

SE
315

REVIIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679

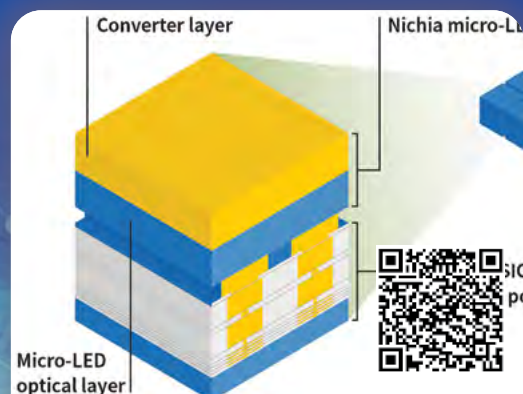


9 771318 467014



letnik XXX
februar 2023
število 315
cena:

5,00 €

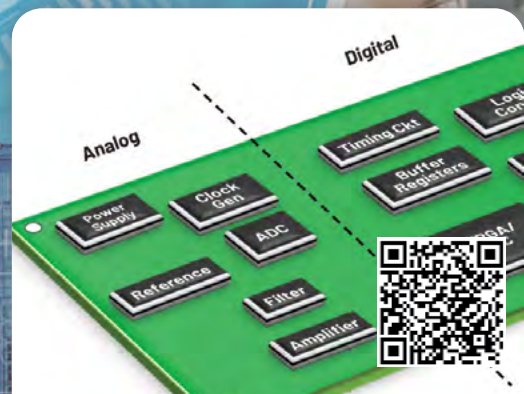


**16.384 LED-ic za revolucijo
v avtomobilski razsvetljavi**



**Mesh omrežja: izjemno nizka
poraba energije, minimalni
stroški namestitve**

**Nov mejnik na področju
fleksibilne elektronike**
**Nekaj previdnostnih ukrepov pri
mešanih signalih**
8-bitnik kot krmilnik LED osvetlitve
Programirajmo s Scratch GPIO4
**Enostavna elektronska vezja –
minimalistični oscilatorji**



**Načrtovanje TIV
za mešane signale**

IZBIRA SE ZAČNE TUKAJ



Z več kot 2.300 vodilnimi dobavitelji blagovnih znamk v industriji – lahko ste prepričani, da pokrivamo vaše potrebe po elektronskih komponentah in avtomatizaciji.

Poiščite na **digikey.si** danes, ali pokličite (+386)-1-888 9071.



KAZALO

UVODNIK

- 4 Sezona sejmov se pričinja
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Mesh omrežja: "neomejena" skalabilnost, izjemno nizka poraba energije, minimalni stroški namestitve
<https://neocortec.com>
- 6 16.384 LED-ic za revolucijo v avtomobilski razsvetljavi
<https://www.nichia.com>
- 8 Microchip predstavil čipe za krmiljenje energije, odporne na sevanje, namenjene vesoljskim aplikacijam v nizki zemeljski orbiti
<https://www.microchip.com>
- 10 Nov mejnik na področju fleksibilne elektronike
<http://www.tju.edu.cn>

PREDSTAVLJAMO

- 12 Nova tehnologija pomnilnikov za inovativne aplikacije IoT
Avtorja: Chen Wang in Alex de la Bastie
<https://www.rutronik.com>
- 15 Načrtovanje TIV za mešane signale
Avtorja: May Anne Porley in Kevin Chesser
<https://www.analog.com>
- 20 Kako prilagoditi analogne komponente digitalni krmilni zanki
Avtorica: Bonnie Baker
<https://www.digikey.com>
- 25 Odprava kompromisov pri pretvorbi energije s prehodom na 1700V SiC MOSFET-e
Avtorja: Xuning Zhang in Kevin Speer
<https://www.microchip.com>
- 30 Nekaj previdnostnih ukrepov pri mešanih signalih z uporabo ADC in DAC
Avtor: Francesco Poderico, Neutronix Ltd

PROGRAMIRANJE

- 32 Sodobni Microchipovi mikrokontrolerji: 8-bitnik kot krmilnik LED osvetlitve
Avtor: dr. Simon Vavpotič
- 40 Programirajmo s Scratch GPIO4
Avtor: Bojan Kovač

SAMOGRAĐNJA

- 46 Enostavna elektronska vezja (5) – minimalistični oscilatorji
Avtor: mag. Vladimir Mitrović

STIK

- 50 Info in naročanje
<https://svet-el.si>

Mesh omrežja: "neomejena" skalabilnost, izjemno nizka poraba energije, minimalni stroški namestitve

Dansko podjetje Micro Technic uporablja NeoMesh podjetja NeoCortec za dodajanje masivno skalabilnih brezžičnih omrežnih zmogljivosti z nizko porabo...

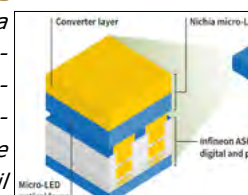
Stran: 05



16.384 LED-ic za revolucijo v avtomobilski razsvetljavi

Nichia in Infineon predstavljata prvo matrično rešitev mikrosvetlobnih LED-ic visoke ločljivosti v industriji. V zadnjih letih se je tehnologija avtomobilske LED osvetlitve hitro razvijala, saj proizvajalci vozil z njo povečujejo udobje in varnost vožnje. V zvezi s tem je matrična LED tehnologija za prilagodljiv dolg svetlobni pramen...

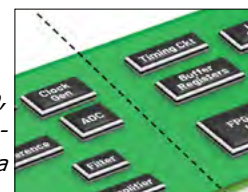
Stran: 06



Načrtovanje TIV za mešane signale

V tem članku je podrobno opisano, kaj je treba upoštevati pri načrtovanju postavitve tiskanih vezij za mešane signale. Obravnaval bo postavitev komponent, razporeditev plošč in upoštevanje ozemljitvene ravni. Smernice, obravnavane v...

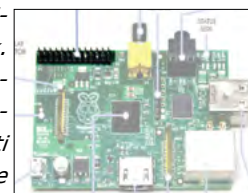
Stran: 15



Programirajmo s Scratch GPIO4

Raspberry PI (RPI) je majhen in priročen, vendar čisto pravi računalnik. Kar težko je verjeti, da je bilo mogoče na tako majhno ploščico tiskane vezja (85 x 55 mm) vgraditi prav vse, kar računalnik potrebuje za svoje delovanje. Osnova operacijskega sistema je Linux in vse njegove izpeljanke so prirejene tudi za delovanje na RPI. Najprimernejši...

Stran: 40



Naslovnica: www.renesas.com



Jurij Mikeln

Sezona sejmov se pričinja

Saj ste, drage bralke in dragi bralci, verjetno že sami opazili, da se sezona sejmov pričinja. Gotovo Svet elektronike ni edini medij, ki vas obvešča o tem, da se bodo v kratkem odprla vrata industrijskega sejma IFAM. Tisti, ki redno obiskujete sejem IFAM se boste spomnili, da je sejem imel lep obisk in lepo število razstavljalcev pred Covid-19 situacijo. Upamo, da bo tudi letos tako.

Kmalu za tem prihaja na vrsto konferenca in sejem Embedded World v Nürnbergu. Ta dogodek je tudi zelo dobro obiskan in vsako leto prinese obilo zanimivosti. Kako tudi ne, saj se na tej konferenci/sejmu zbirajo razvojniki iz celega sveta. Verjetno lahko letos pričakujemo tudi obilo razstavljalcev in obiskovalcev iz Kitajske, ki je bila zadnje leto ali dve tako rekoč »zaklenjena«.

In nato že v aprilu bo sejem MIS v Celju. Sejemska dejavnost se počasi vrača na ustaljene tirnice. Edina ovira, ki jo vidim pri rasti sejemske dejavnosti, so cene razstavnih prostorov in opreme na razstavnih mestih. Te cene so gotovo v neki meri pogojevale tudi s cenami elektrike, po drugi strani pa je Covid-19 za sabo pustil »pogorišče« med podjetji, ki opremljajo razstavne prostore. Nekaj podjetij je propadlo, nekaj jih je spremenilo dejavnost, nekatera pa so našla posel v sosednjih državah in so tako zasedena, da si lahko privoščijo ponuditi trgu – nam razstavljalcem, višje cene.

Pustimo zdaj to in se posvetimo rajši vsebini revije, ki je pred vami. Tokrat boste z zanimanjem prebrali članek o novih LED svetilih. Ne bi si mislil, da bo eno svetilo – žaromet avtomobila, vsebovalo več kot 16.000 LED-ic! In da je zadeva še bolj zanimiva lahko teh 16.000 LED-ic usmerjajo tako, da se snop žarometne prilagaja nasproti vozečim vozilom. Verjetno boste rekli, da to res ni neka »ultra« novost – in z vami se popolnoma strinjam. Novo pri tem svetilu pa je to, da omogoča tudi projiciranje znakov, opozoril in navodil na cesto pred voznika. Tega pa do sedaj še nismo zasledili nikjer.

V tokratni številki boste našli tudi zelo zanimiv članek podjetja Analog Devices o načrtovanju večplastnih tiskanih vezij za mešane signale. Kaj so »mešani signali«? To pomeni, da so na tiskanem vezju (TIV) tako analogni kot tudi digitalni signali. V članku so opisana pravila, ki se jih je potrebno držati, da bo naprava dobro delovala in da ne bo sevala motenj. To opisuje tudi tokratni EMC članek, ki dodatno poda informacije o načrtovanju TIV za mešane signale s čim manjšimi EMC motnjami.

Vse to in še več najdete v februarški številki revije Svet elektronike, zato si zagotovite svoj izvod.

Se vidimo na sejmu IFAM v Ljubljani!

Lep pozdrav!
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno,
11 števk letno, julij/avgust ena številka.

Glavni in odgovorni urednik:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.
Tel.: 01 549 14 00
E-pošta: stik@svet-el.si

Tehnični urednik:
DTP studio AX d.o.o.
E-pošta: dtp@svet-el.si

Prodajni servis, naročnine:
E-pošta: prodaja04@svet-el.si

Marketing:
Tel: 01 549 14 00
E-pošta: stik@svet-el.si

Prototipna tiskana vezja: Luznar d.o.o., Kranj
Antivirusni program: PANDA security

Založnik in računalniški prelom:
AX ELEKTRONIKA d.o.o.
Depala vas 39, 1230 Domžale

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

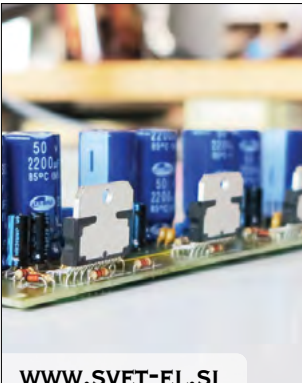
Tisk:
Tiskano v Sloveniji
Naklada do: 1.500 izvodov
ISSN 1318 4679

Spletna revija:
<https://svet-el.si/category/revija/pretekle-stevilke>

Cena za posamezni izvod je 5,00 EUR, za letno naročnino priznavamo 25% popust za dijake in študente s potrdilom o šolanju, 20% popust ostalim fizičnim osebam ter 10% popust za podjetja. Za revijo Svet elektronike se plačuje in obračunava 5% DDV.

Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS iz sredstev državnega proračuna iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih poljudnoznanstvenih periodičnih publikacij.

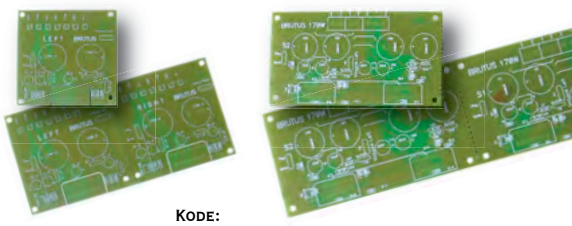
Uredništvo ne odgovarja za škodo, ki bi nastala zaradi nestrokovnega sestavljanja in uporabe naprav, ki so opisane v reviji, zaradi napak avtorjev ali napak v tisku. Uredništvo si pridržuje vse pravice do projektov, opisanih v reviji. Dovoljuje se izdelava naprav za lastno uporabo, prepoveduje pa se kakršnakoli reprodukcija projektov ali posameznih delov revije brez pisnega soglasja uredništva.



WWW.SVET-EL.SI

BRUTALNO DOBER OJAČEVALNIK!

**BRUTUS - DELUJE V MOSTIČNI VEZAVI,
KAR MU ZAGOTAVLJA VISOKO IZHODNO MOČ**



KODE:
5KIT0039, 5KIT0029, 5KIT0040, 5KIT0030

Mesh omrežja: "neomejena" skalabilnost, izjemno nizka poraba energije, minimalni stroški namestitve

Neo Cortec

Dansko podjetje Micro Technic uporablja NeoMesh podjetja NeoCortec za dodajanje masivno skalabilnih brezžičnih omrežnih zmogljivosti z nizko porabo energije svoji seriji izdelkov Skylark PRO/SECURE+ za industrijske podatkovne zapisovalnike v širokem spektru aplikacij.

Podjetje Micro Technic, specialist za načrtovanje za proizvodnjo (angl. Design-for-Manufacturing, DFM), v sodelovanju s svojimi strankami oblikuje rešitve interneta stvari za trajnostni svet. Podjetje Micro Technic, ki je prvotno - in še vedno - ponujalo vodilne EMS storitve, je pridobilo strokovno znanje na področju zapisovalnikov podatkov in zdaj ponuja vrsto inteligentnih IoT vozlišč, imenovanih Skylark, ki inteligentno zbirajo podatke, izvajajo nekatere obdelave in zagotavljajo varno posredovanje rezultatov za nadaljnjo analizo in ukrepanje.

Frank Max Laursen, izvršni direktor, pojasnjuje: "Micro Technic ponuja robustne in varne telemetrijske sisteme, ki podpirajo internet stvari. Naši liniji izdelkov Skylark Pro in Skylark Secure sta veliko več kot samo prehod. Delujemo na robu ter zagotavljamo zanesljive funkcije merjenja in beleženja podatkov za številne kritične aplikacije, kot so gibanje po zemlji na nestabilnih terenih, spremljanje prometa in vremenske postaje."

"Ugotovili smo, da stranke naših izdelkov za mesh omrežje pogosto potrebujejo tudi vozlišče ali prehod. Najnovejša različica Skylarka podjetja Micro Technic vključuje tehnologijo NeoCortec, tako da lahko stranke zelo enostavno pridobijo popoln dostop do oblaka," je povedal Thomas Steen Halkier, izvršni direktor podjetja NeoCortec.

Ker se veliko aplikacij za Skylark napaja iz baterij ali sončne energije, je ključnega pomena delovanje z nizko porabo energije. To je ključna prednost brezžičnih omrežnih sistemov



NeoMesh podjetja NeoCortec, ki lahko na dve enojni AA bateriji delujejo do sedem let. Vendar pa je bila skupna filozofija tista, ki je podjetje Micro Technic prvotno pritegnila k družbi NeoCortec. Laursen: "Za ladjarja smo razvijali sistem za alarmiranje in evakuacijo potnikov. Iskali smo rešitev za brezžično omrežje, da bi zmanjšali stroške z varčevanjem pri kablilih in namestitvi. Tako kot mi tudi NeoCortec verjame v brezžične rešitve, njihova rešitev NeoMesh pa ima v primerjavi z drugimi pristopi, kot so LoRa, SigFox, Zigbee ali celo Bluetooth, ki smo jih vsi ocenjevali, velike prednosti, kot so velika razširljivost, izjemno nizka poraba energije in robustnost."

NeoMesh temelji na decentralizirani mreži samokrmilnih vozlišč, ki niso odvisna od omrežnega koordinatorskega vozlišča. Vsa vozlišča delujejo kot usmerjevalniki in nobeno nima posebne, kritične vloge, zato ni ene same točke odpovedi, ki bi lahko povzročila izpad omrežja, če bi en koordinator izpadel. Število možnih vozlišč v enem omrežju je 65.000 - kot pravi Laursen, "sistem je dejansko neomejen; nikoli se ne bomo približali temu številu vozlišč".

V protokolu NeoMesh vsako vozlišče vzpostavi medsebojne odnose z največ šestimi sosedi. Ko vozlišče prejme sporočilo, ve le, kateremu od sosedov naj ga posreduje, ne pozna pa celotne poti. To prihrani zapletene usmerjevalne tabele. Dinamične spremenljivke vplivajo na naslednji skok, tako da se pot ustvarja sproti. Če bi sledili več sporočilom, poslanim med istima vozliščema, ni nujno, da bodo vsa sporočila potekala po



isti poti. Če bi vozlišče iz kakršnega koli razloga izpadlo, bi bilo sporočilo samodejno preusmerjeno.

Čeprav ta pristop odpravlja vlogo koordinatorja in omogoča bolj robustno omrežje, ker vsa vozlišča zdaj delujejo kot usmerjevalniki, je izziv čim bolj zmanjšati porabo energije, da bi lahko z majhnimi baterijami dosegli večletno delovanje. Za reševanje tega vprašanja energije omrežje NeoMesh uporablja zelo natančno sinhronizacijo časa med vozlišči, kar vozliščem omogoča, da spijo in se prebudijo le po potrebi. Večino časa vozlišča spijo, njihova radijska povezava - del modula, ki porabi največ energije - je izklopljena. Vendar se radijske postaje v načrtovanih časovnih presledkih prebudijo, da poslušajo sporočila in jih po potrebi pošljejo, nato pa ponovno zaspijo. To se lahko zgodi le, če so vsa vozlišča sinhronizirana tako, da se prebudijo ob istem času. Zaradi tega pristopa je povprečna poraba energije običajno le nekaj desetih mikroamperov, kar omogoča delovanje na baterije, ki je lahko ključnega pomena za oddaljeno namestitev na terenu.

Skylark PRO je najnaprednejša IoT naprava podjetja Micro Technic, ki zagotavlja večnamensko zbiranje podatkov in trajnostno rešitev, ki jo poganja zelena energija. Hitro zbiranje velike količine podatkov je mogoče z uporabo hitrega modema (5G/4G) ali WiFi. Zapisovalnik IoT podatkov deluje

neodvisno od uporabnikovega omrežja zaradi ugnezdene integrirane brezžične poveztivosti. Skylark SECURE+ s šifriranjem in določanjem ključev dviguje kibernetsko varnost interneta stvari na naslednjo raven in je - kot trdi podjetje Micro Technic - "najbolj varna naprava interneta stvari na svetu".

"Sposobnost NeoMesh omrežja za enostavno razširjanje in distribucijo obsežnega senzorskega omrežja na velikem, oddaljenem območju v kombinaciji z zmogljivostmi podjetja Skylark zagotavlja, da lahko naše stranke zbirajo ogromne količine podatkov z nizkimi stroški," komentira Laursen. "Sistem NeoMesh vključujemo v svoje izdelke, da bi strankam olajšali konfiguriranje Edge telemetričnih sistemov za izjemno raznolike aplikacije. Na Norveškem se naši sistemi uporabljajo za zgodnje opozarjanje na plazove in snežne plazove, v Italiji se naši sistemi uporabljajo pri spremljanju podnebja za nadzor poplav, v Amsterdamu pa se Skylark uporablja za nadzor prometa in varnejše potovanje. Uporablja se tudi v pametnih stavbah in celo v domovih za ostarele za zaščito starejših. Za vse te uporabe so potrebni nizki stroški namestitve, skalabilnost in nizka poraba energije - to je natančna kombinacija, ki jo ponujata Skylark in NeoMesh."

<https://neocortec.com>



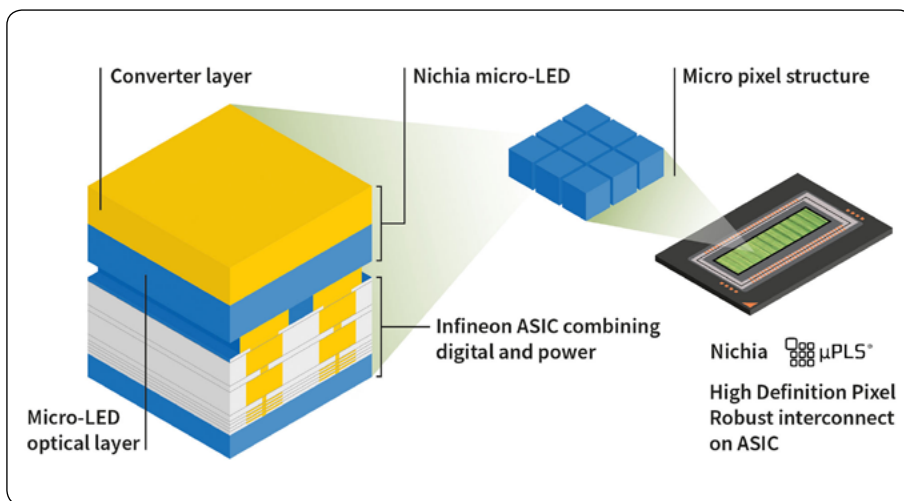
16.384 LED-ic za revolucijo v avtomobilski razsvetljavi

Nichia

Nichia in Infineon predstavljata prvo matrično rešitev mikrosvetlobnih LED-ic visoke ločljivosti v industriji.

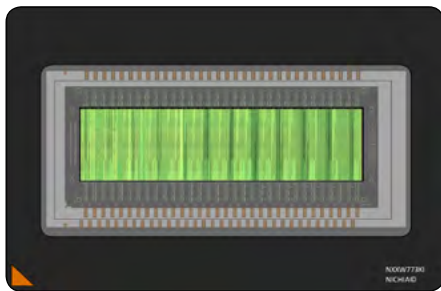
V zadnjih letih se je tehnologija avtomobilske LED osvetlitve hitro razvijala, saj proizvajalci vozil z njo povečujejo udobje in varnost vožnje. V zvezi s tem je matrična LED tehnologija za prilagodljiv dolg svetlobni pramen postala pomembna funkcija žarometov za selektivno osvetlitev ceste.

Pred tremi leti sta družbi Nichia Corporation in Infineon Technologies AG (FSE: IFX / OTCQX: IFNNY) napovedali skupni razvoj svetlobnega telesa visoke ločljivosti (HD) z več kot 16.000 mikrosvetlobnimi LED-icami za uporabo v žarometih. Zdaj obe podjetji predstavljata prvi popolnoma integrirani svetlobni mikro-LED vir svetlobe v industriji za



Nova 16.384 slikovnih pik μPLS™ micro-Pixelated Light rešitev podjetij Nichia in Infineon združuje visoko ločljivost z največjo svetlobno močjo v industriji.

aplikacije prilagodljivega dolgega HD svetlobnega pramena. Rešitev z micro-LED matriko bo leta 2023 predstavljena v nemškem premium vozilu.



"Nova 16.384 slikovnih pik μ PLS™ micro-Pixelated Light rešitev je naš najnovejši dodatek k Nichiini paleti vrhunskih svetlobnih rešitev za avtomobile," je dejal Yusuke Yamazaki, vodja prodaje in trženja za avtomobile pri družbi Nichia Europe GmbH. "Združuje visoko ločljivost z največjo svetlobno močjo v industriji. Ta rešitev omogoča novo izkušnjo avtomobilske osvetlitve, saj zagotavlja štirikrat širše vidno polje z bistveno večjo svetlobno močjo kot katera koli druga trenutna rešitev HD matrične osvetlitve, ki temelji na mikro-zrcalih. Zato lahko napredna HD svetloba opozarja voznike na nevarnosti, tako da osvetli ljudi ali predmete na cesti ali ob njej. Na cesto lahko projicira tudi oznake, ki voznika vodijo skozi gradbišče ali križišče. Poleg tega funkcije, kot sta nebleščeča dolga svetloba ali svetloba v ovinku, v primerjavi s trenutnimi rešitvami prilagodljivih dolgih luči delujejo natančneje in nemoteno. S tem se varnost na cesti in udobje pri vožnji dvigujeta na novo raven."

" μ PLS je prvi popolnoma integrirani LED matrični gonilnik v industriji, ki lahko poganja 16.384 LED-ic, saj združuje vsa potrebna vezja mikro LED gonilnikov z obsežno diagnostiko ter hitrimi video in nadzornimi vmesniki," je povedal Andreas Doll, Infineonov višji podpredsednik in generalni direktor poslovne enote Body Power v Infineonovem avtomobilskem oddelku. "Naš inovativni μ PLS sistem je energetsko veliko učinkovitejši od sedanjih matričnih HD svetlobnih rešitev, kar prispeva k zmanjšanju globalnih emisij CO₂ in podaljšanju dosegov vozil na električni pogon. Poleg tega omogočamo vizijo naših strank, da na cesti uvedejo popolnoma digitalno svetlobo, s čimer prihranijo celotne stroške sistema pri zelo majhnih oblikah v velikosti enega samega polprevodniškega čipa. Sistem

μ PLS je še en odličen primer, kako Infineonovi izdelki podpirajo digitalizacijo in tudi dekarbonizacijo v smeri družbe z ničelno neto vrednostjo."

To v prihodnosti omogoča manjše in tanjše modele sprednjih žarometov. Poleg tega novi svetlobni HD vir omogoča prilagoditve, ki jih je mogoče digitalno programirati v tovarni ali jih na zahtevo

aktivirati s strani proizvajalca vozila ali voznika. Tako je na primer mogoče upoštevati različne zahteve levičarjev in desničarjev, kar bistveno poveča prijaznost do uporabnika. Z vsemi temi funkcijami nova HD luč znatno zmanjša zahtevnost načrtovanja in proizvodnje za proizvajalce vozil.

O podjetju Nichia Corporation

Nichia, katere moto je "Vedno raziskujemo za svetlejši svet", je zelo ponosna, da je vodilno tehnološko podjetje in največji proizvajalec LED-ic ter laserskih diod na svetu. Nichia je bila ustanovljena leta 1956 kot proizvajalec specialnih kemikalij in je hitro postala vodilna na področju luminiscenčnih materialov (lumino-forjev). Nichia je pozneje razvila in leta 1993 komercializirala prvo modro LED-ico z visoko svetilnostjo, leta 1996 pa prvo belo LED-ico. Razvite so bile dodatne LED-ice na osnovi nitridov v različnih barvah, vključno z ultravijoličnimi in vidnimi laserskimi diodami. Nichia verjame, da bodo njeni izdelki ostali v ospredju energetske učinkovitih rešitev po vsem svetu tudi v prihodnjih letih.

Nichia bo še naprej ostala podjetje, ki bo prispevalo k razvoju sveta z razvojem svojih izvirnih in edinstvenih tehnologij ter z "nenehnim raziskovanjem za svetlejši svet". Več informacij je na voljo na spletni strani www.nichia.com.

Povzeto po:

- <https://bit.ly/3QN84D6>

<https://www.nichia.com>



Celjski sejem

18.–21. APRIL 2023

Mednarodni industrijski sejem

FORMA TOOL, varjenje in rezanje, PLAGKEM, TEROTECH, industrijska avtomatizacija, robotika in elektronika

Microchip predstavil čipe za krmiljenje energije, odporne na sevanje, namenjene vesoljskim aplikacijam v nizki zemeljski orbiti

Microchip Technology Inc.

Razvijalci vesoljskih sistemov lahko hitro razvijejo prototipe in končne zasnove svojih sistemov za upravljanje energije s čipom, odpornim na sevanje, ki temelji na znanem COTS plastičnem ohišju.



Komercializacija območja nizke zemeljske orbite (LEO) spreminja raziskovanje vesolja in satelitsko komunikacijo na višini približno 1,930 km nad Zemljo. Za uspešno delovanje satelitov in dosego cilja je bistvenega pomena izbira komponent, ki so odporne na zahtevno vesoljsko okolje. Podjetje Microchip Technology Inc. (Nasdaq: MCHP) je na podlagi svojega obstoječega portfelja naprav, odpornega na sevanje, predstavilo svojo prvo komercialno napajalno napravo, odporno na sevanje, in sicer regulator napetosti MIC69303RT 3A Low-Dropout (LDO). Novi visokotokovni in nizkonapetostni MIC69303RT je rešitev za upravljanje napajanja, namenjena LEO in drugim vesoljskim aplikacijam. Naprava je na voljo za vzorčenje prototipov v plastičnem ohišju in hermetično zaprtem keramičnem ohišju, da podpira zahteve misije.

MIC69303RT temelji na preizkušenih COTS napravah, kar olajša predhodno ocenjevanje in hiter razvoj. Naprava, ki deluje z

enim samim nizkonapetostnim napajanjem od 1,65 do 5,5 V, lahko zagotavlja izhodne napetosti do 0,5 V pri visokih tokovih, v ekstremnih razmerah pa ponuja visoko natančnost in izjemno nizke 500 mV padce napetosti. MIC69303RT je spremljevalni vir napajanja za Microchipove mikrokontrolerje, ki so odporni na sevanje v vesolju, kot je SAM71Q21RT, in PolarFire® FPGA, vključno z RTPF500TLS.

"MIC69303RT je Microchipov prvi radijsko odporen regulator za upravljanje napajanja s hermetično zaprtim keramičnim ohišjem, odpornostjo proti zaklepu (angl. latch up) in odpornostjo na skupno dozo 50 Krad," je povedal Bob Vampola, podpredsednik Microchipove poslovne enote za letalstvo in obrambo. "Microchip ima več kot 60-letno dediščino delovanja v napravah namenjenih za vesoljske polete. Njihov celovit portfelj je zasnovan tako, da strankam omogoča izbiro izdelkov, zasnovanih tako, da delujejo skupaj in pospešujejo njihove postopke načrtovanja."

"Ta COTS rešitev za upravljanje napajanja, odporna na radijske žarke, omogoča nove možnosti načrtovanja v vesoljskih aplikacijah," je povedal Keith Pazul, direktor trženja v Microchipovi poslovni enoti za analogno napajanje in vmesnike. "Stranke lahko zanesljivo oblikujejo svoj vesoljski sistem, če izberejo del COTS MIC69303RT, ki je primeren za vesolje, za napajanje Microchipovih MCU in FPGA, ki so primerni za vesolje."

Monitor MIC69303RT je zasnovan za zahtevne letalske in vesoljske aplikacije ter deluje pri temperaturah od -55 °C do +125 °C. Na voljo je v 8-pinskem in 10-pinskem ohišju in prenese sevanje do 50 Krad. Nizek šum na izhodu je ključnega pomena za občutljiva RF vezja, za naknadno regulacijo stikalnih napajalnikov in industrijske napajalne aplikacije.

MIC69303RT je Microchipov najnovejši izdelek, ki je kvalificiran za vesolje, in je izdelan v skladu z naslednjimi zahtevami MIL razreda Q ali razreda V: pregledovalno testiranje, kvalifikacijsko testiranje in specifikacije TCI/QCI. MIC69303RT v plastičnem ohišju je skladen s kakovostnim pretokom plastike visoke zanesljivosti, ki izhaja iz avtomobilskih zahtev AEC-Q100, s posebnimi dodatnimi testi, potrebnimi za vesoljske aplikacije.

Razvojna orodja

Razvojna plošča za MIC69303RT v plastičnem ohišju je zasnovana za ocenjevanje delovanja inženirske različice MIC69303RT. Štirislojno tiskano vezje uporabniku omogoča

enostavno spreminjanje in merjenje električnih parametrov čipa pri različnih vhodnih in izhodnih pogojih.

Cene in dobavljivost

MIC69303RT je na zahtevo na voljo v omejenem številu vzorcev. Za dodatne informacije se obrnite na prodajnega predstavnika podjetja Microchip.

O podjetju Microchip Technology

Microchip Technology Inc. je vodilni ponudnik pametnih, povezanih in varnih ugnezenih nadzornih rešitev. Njegova enostavna razvojna orodja in obsežna ponudba izdelkov strankam omogočajo ustvarjanje optimalnih zasnov, ki zmanjšujejo tveganje, hkrati pa znižujejo skupne stroške sistema in čas do prihoda na trg. Rešitve podjetja služijo več kot 120.000 strankam na industrijskem, avtomobilskem, potrošniškem, letalskem in obrambnem, komunikacijskem in računalniškem trgu. Podjetje Microchip s sedežem v Chandlerju v Arizoni ponuja izjemno tehnično podporo ter zanesljivo dobavo in kakovost. Za več informacij obiščite Microchipovo spletno stran na naslovu www.microchip.com.

Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.

<https://www.microchip.com>



07.-09.3.2023
GR, Ljubljana, Slovenija

IAM **Robotics** **INTRONIKA**

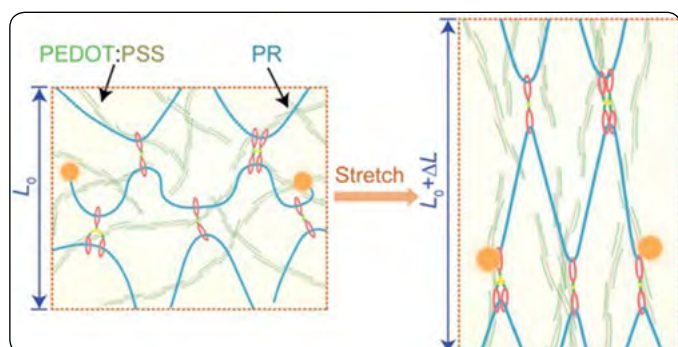
Nov mejnik na področju fleksibilne elektronike

Tianjin University

Konformni vmesniki človek-stroj.

Ekipa profesorja Bao Zhenana z univerze Stanford in ekipa profesorja Hu Wenpinga z univerze Tianjin sta 25. marca objavili študijo "Topological Supramolecular Network Enabled High-Conductivity, Stretchable Organic Bioelectronics" na spletu v reviji Science, s čimer sta uresničili dolgo sanjsko kombinacijo odlične električne in mehanske zmogljivosti prilagodljivih elektronskih naprav.

Z uvedbo zamrežene topološke mreže v široko uporabljene prevodne polimerne materiale so raziskovalci močno izboljšali njihove mehanske in električne lastnosti, s čimer so dobili raztegljivo in fotopretvorbivo elektrodo z rekordno visoko prevodnostjo. Po občutljivem prilagajanju topološke in kemične strukture dopantov je prevodnost nastale folije za dva reda boljša od prejšnjih strategij, raztegljiva mikroelektrodna polja pa je mogoče pripraviti z neposrednim postopkom foto utrjevanja.

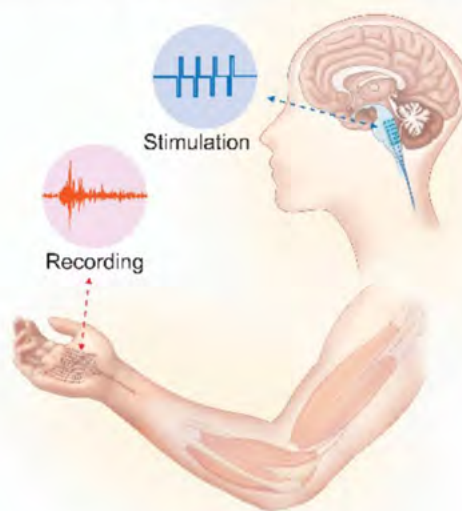


V zadnjih letih so fleksibilne elektronske naprave zaradi svoje izjemne združljivosti s človeškimi telesi pritegnile veliko pozornosti. Stabilnost naprav pri delovanju zahteva soobstoj visoke prevodnosti in raztegljivosti prevodnih materialov, saj je velika prevodnost temelj delovanja elektronskih naprav, mehki in dobro raztegljivi materiali pa se ponašajo z boljšo oprijemljivostjo tkiv in višjim razmerjem med signalom in šumom pri elektroфизиološkem spremljanju. Zato ohranjanje dobrih mehanskih in električnih lastnosti po mikro/nanooblikovanju utira pot za konformno integracijo fleksibilnih elektronskih naprav na bio vmesnike.



Izvedbe vmesnikov, vir: School of Science, Sun Xiaofang

Conformal human-machine interfaces



Konformni vmesniki, vir: School of Science, Sun Xiaofang

Na področju biomedicinskega inženirstva so povsem nove aplikacije, ki so bile dosežene, med drugim elektroфизиološko spremljanje mehkih živih bitij z visoko ločljivostjo in natančen nadzor gibanja posameznih mišic z lokalno nevromodulacijo občutljivega možganskega debla. Te inovacije multimodalnih bioloških vmesnikov je mogoče razširiti na številna druga področja, kot so umetni mehki roboti, prilagodljivi možgansko-računalniški vmesniki, določanje varnih vstopnih območij za nevrokirurške posege v realnem času itd.

Na področju fleksibilne optoelektronike lahko kombinacijo visoke prevodnosti, raztegljivosti in prozornosti prevodne folije, ki se s tem doseže, štejemo za raztegljiv "indijev kositrov oksid".

Ekipa pričakuje, da lahko prevodniki s takšnimi lastnostmi spodbujajo številna raztegljiva vezja in sorodne aplikacije, kot so svetleče diode, sončne celice, fotodetektorji in FET tranzistorji.

Povzeto po:

- <http://www.tju.edu.cn/english/info/1011/6072.htm>

<http://www.tju.edu.cn>



Monitor

revija, ki je uporabna
v domačem in poslovnem okolju.

Revija, ki **ponuja visoko strokovno IT vsebino
in pregled nad sodobno elektroniko.**

Poglobljeni testi, novice, komentarji, cenovni trendi,
komentarji. **Vse na enem mestu.**



ZAGOTOVITE SI naročnino na 12 števil + posebno enkratno izdajo:

www.monitor.si/naroci

Nova tehnologija pomnilnikov za inovativne aplikacije IoT

Rutronik GmbH

Avtorja: Chen Wang in Alex de la Bastie

Sistemi za informacije in zabavo v vozilih, nosljive naprave, pametni dom ali pametna tovarna: vsem je skupno, da jih mora biti mogoče razširjati z inovativnimi uporabniškimi izkušnjami in funkcionalnostmi. To zahteva mikrokontrolerje z večjo zmogljivostjo in manjšo porabo energije. Mejo nam zdaj pogosto postavljajo pomnilniki, ki pa jo lahko presežemo z novo tehnologijo.

Večina mikrokontrolerjev in naprav FPGA ima notranji pomnilnik, optimiziran za nekatere načine uporabe, zato ne more izpolniti vseh zahtev. To je posebno pomembno pri napravah, ki zahtevajo veliko pomnilnika in veliko pasovno širino za izvajanje. Takšna sta na primer medpomnjenje slike/zvoka ali strojno učenje (ML) z obsežnimi nevronske mrežami.

Klasični zunanji pomnilniki

Za take načine uporabe je običajno najbolj praktičen in preprosto razširljiv zunanji pomnilnik. Odvisno od zahtev glede gostote in zmogljivosti za namen uporabe lahko uporabimo klasika: statični pomnilnik z naključnim dostopom (angl. Static Random Access Memory – SRAM) ali dinamični pomnilnik z naključnim dostopom z enojno ali dvojno hitrostjo (angl. Single/Dual Data Rate Dynamic Random Access Memory – SDR/DDR DRAM). Zaradi različnih tehnologij in arhitektur imata različne gostote ter tehnične podatke. Vendar pa sta oba običajno neprimerna za inovativne aplikacije IoT naslednje generacije, saj zahtevajo širši nabor funkcij pri majhni velikosti in zelo majhni porabi. Primer je tipična topologija celice SRAM s 6 tranzistorji, ki se ni zmanjševala enako hitro kot vozlišča procesorjev. To pomeni, da pomnilnik ne podpira večje gostote in je relativno drag. Zaradi tega je uporaba pomnilnikov SRAM pri najnovejših napravah IoT, ki zahtevajo veliko pomnilnika, vedno bolj negospodarna.

Pomnilniki DRAM imajo pred pomnilniki SRAM sicer cenovno prednost, saj so njihove celice sestavljene iz samo enega tranzistorja in kondenzatorja, vendar pa imajo tudi nekaj pomanjkljivosti. Največje so veliko število priključkov, velika poraba energije in zapletena integracija. Za načine uporabe, kjer ni takih omejitev, ostaja stara tehnologija SDR DRAM možna rešitev za obstoječe sisteme, za številne sodobne kompaktne sisteme IoT pa ni več primerna.

Tabela 1 našteva razpoložljive možnosti za zunanji pomnilnik s parametri, ki jih morajo načrtovalci upoštevati pri izbiri. Jasno kaže, da je vgrajeni pomnilnik SRAM najboljša pomnilniška rešitev za rešitve SoC. Tudi tukaj pa imamo omejitve: gostota vgrajenega pomnilnika SRAM je omejena zaradi velikosti integriranega vezja in stroškov integracije v logični proces. Mikrokontrolerji se ob tem stalno razvijajo in selijo na sodobnejše procese, tako da vgrajeni pomnilnik SRAM izgublja tudi svojo prednost pri porabi v pripravljenosti.

Po drugi strani je pomnilnik DRAM primeren za zahtevnejše načine uporabe, vendar pa je za številne druge načine uporabe v sistemih IoT pogosto preveč zmogljiva rešitev zaradi števila priključkov, hitrosti in moči. Alternativna rešitev so pomnilniki PSRAM (angl. Pseudo SRAM). Tukaj sta zmogljivost in število priključkov idealno uravnotežena, poraba energije pa majhna.

Spec	SRAM (Embedded)	DRAM	PSRAM
Pin Count	None	High	Low
Cost	Very High	Wide Range	Low
Standby Power	Low to High (Mature / Advance Node dependant)	High	Very Low
Speed	High	Wide Range	Low
Active Power	Low	High	Medium
Platform	Embedded	Standard	Standard
Random Access	High	Medium	Low

Tabela 1: Primerjava tehnologij za zunanje pomnilnike (slika: AP Memory)

Pomnilniki IoT RAM zapolnjujejo vrzel med pomnilniki DRAM in SRAM

Pomnilniki IoT RAM temeljijo na tehnologiji PSRAM, tako da imajo njene značilnosti, hkrati pa jih kombinirajo z dokaj preprostim vmesnikom, podobnim pomnilnikom SRAM, za preprosto načrtovanje izdelka. Na voljo so tudi drugi vmesniki, kot so NOR Flash SPI z majhnim številom priključkov, ki jih uporablja večina mikrokontrolerjev, zato so pomnilniki IoT RAM rešitev povsod, kjer naš SoC potrebuje več pomnilnika, kot ga je na voljo v notranjem pomnilniku SRAM.

Pri tem so stroški izdelka s pomnilnikom IoT RAM tudi do 10-krat nižji kot s pomnilnikom SRAM. Hkrati ima pomnilnik IoT RAM od pet- do desetkrat večjo gostoto, saj uporablja tehnologijo pomnilniških celic DRAM z le enim tranzistorjem in enim kondenzatorjem.

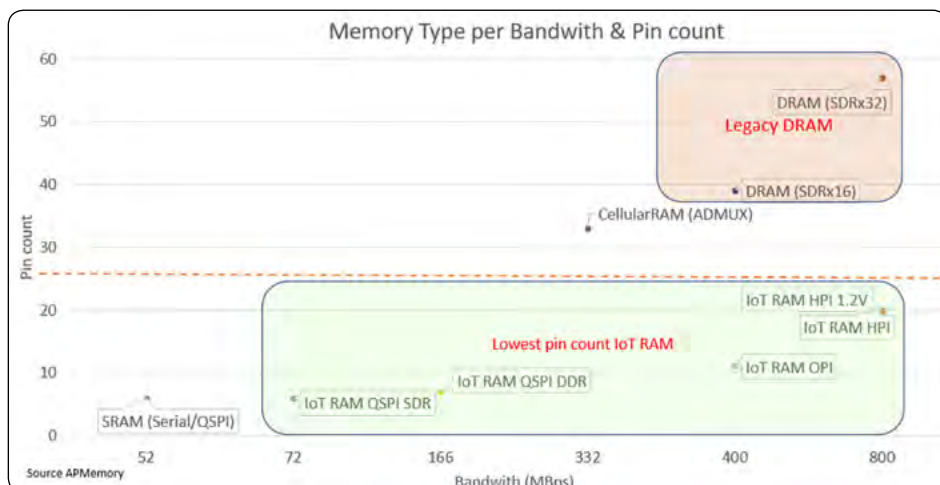
Majhno število priključkov

V primerjavi s pomnilniki SRAM ponuja IoT RAM večjo pasovno širino in je primerljiv z običajnimi pomnilniki SDRAM, vendar z veliko manjšim številom priključkov. Pomnilnik IoT RAM podpira 1-, 4-, 8- ali 16-bitno podatkovno vodilo. Pomnilnik IoT RAM tako omogoča znatno zmanjšanje števila priključkov za potrebno pasovno širino v sodobnih napravah IoT. Poleg tega poenostavlja načrtovanje sistema in lahko priključke sistema SoC uporabimo za druge namene.

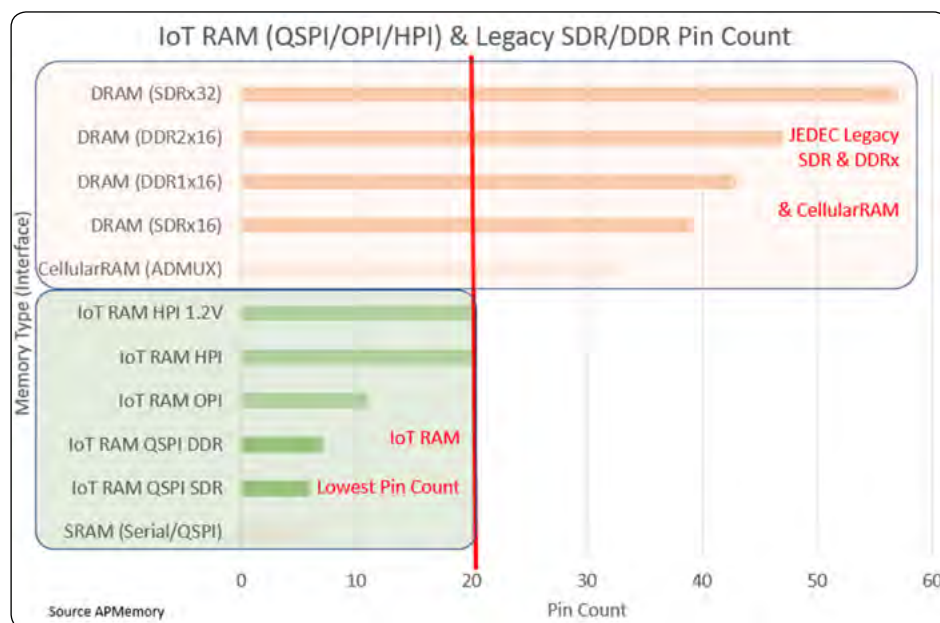
Pomnilnik IoT RAM ima pomembno prednost pri številu priključkov tudi pred pomnilnikom DRAM. Tabela 4 kaže, da zahteva pomnilnik IoT RAM s 16-bitnim vodilom trikrat manj priključkov kot pomnilnik SDRAM z 32-bitnim vodilom pri primerljivi pasovni širini. To omogoča zmanjšanje integriranega vezja, kar zmanjša površino silicija, stroške in velikost tiskane vezja. V primerjavi s pomnilnikom SDRAM x32 BGA90 je ohišje pomnilnika IoT RAM BGA24 do trikrat manjše in zato porabi zelo malo prostora. S tem tudi sprostimo priključke mikrokontrolerja in dobimo možnost paketa dostopa do pomnilnika.

Majhna poraba energije

Pomnilnik IoT RAM potrebuje približno štirikrat manj energije na bit (pJ/b –



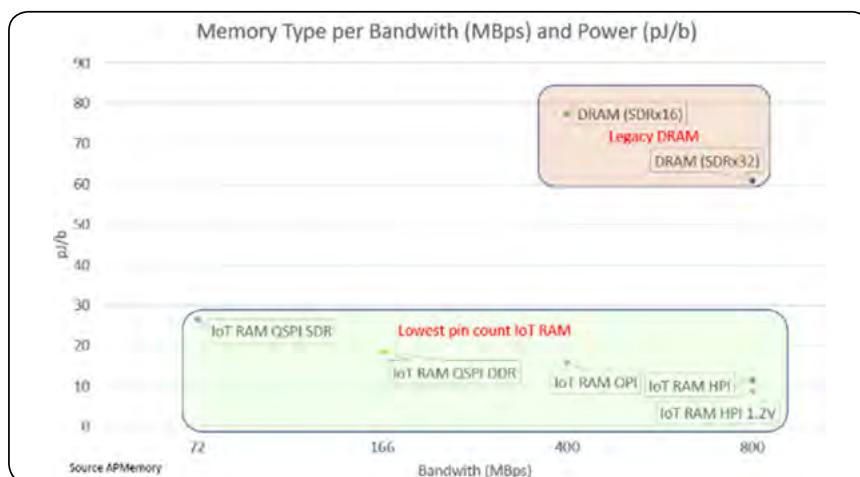
Slika 2: Pomnilnik IoT RAM zagotavlja večjo pasovno širino kot SRAM z bistveno manjšim številom priključkov (slika: AP Memory)



Slika 3: Primerjava števila priključkov pri pomnilnikih IoT RAM in SDRAM (slika: AP Memory)

	x16 IOT RAM	x32 SDR
Total Pins	20	56
Clock	1	1
Command		5
DQ	17	32
Addr		12
Bank Addr		2
Read Strobe	1	0
Mask		4
Reset	1	0

Tabela 4: Pri primerljivi pasovni širini ima pomnilnik IoT RAM s 16-bitnim vodilom le približno tretjino priključkov pomnilnika SDRAM z 32-bitnim vodilom (slika: AP Memory)



Slika 5: Primerjava pasovne širine in porabe energije pri različnih vrstah pomnilnikov (slika: AP Memory)

Frame buffering requirements and IoT RAM solution	Wristband 	Smart Watch 	Thermostat 	Thermostat (HD Display) 
(R,G,B) 3Bytes/Pixel (24bits)	194 x 368	368 x 368	320x320	720p
1 Frame Size	~200KB	~400KB	~300KB	~3MB
Frame per sec	30fps	60fps	30fps	60fps
Bandwidth MB/s	~5MB/s	~25MB/s	~10MB/s	~160MB/s
Suggested Memory	IOT RAM QSPI SDR 16Mb WLCSP 	IOT RAM OPI 64Mb WLCSP 	IOT RAM QSPI SDR 16Mb SOP8 	IOT RAM HPI 256Mb BGA24 

Slika 6: Primeri zahtev za shranjevanje slik za različne načine uporabe (slika: AP Memory)

pikodžulov na bit) kot običajni pomnilniki DRAM. Nizke zakasnitve pomnilnika IoT RAM omogočajo hiter vklop in zelo hitro prebujanje iz načinov nizke porabe ter pripravljenosti. Pomnilnik IoT RAM poleg tega zagotavlja popolno ohranitev podatkov pri izredno majhni porabi energije v pripravljenosti (običajno 0,1–0,3 μ A/Mb, odvisno od gostote) in način globokega izklopa z manj kot 8 μ A za vse gostote osmiškega perifernega vmesnika (angl. Octal Peripheral Interface – OPI).

Pomnilnik IoT RAM za medpomnjenje slik pri mikrokontrolerjih Pomnilniške rešitve IoT RAM iz podjetja AP Memory, ki temeljijo na tehnologiji PSRAM, že delujejo s številnimi mikrokontrolerji, sistemi SoC in napravami FPGA, ki se pogosto uporabljajo v napravah IoT ter vgrajenih napravah.

Pri pametni zapestnici je potrebna pasovna širina dobrih 5 MB/s (71.392×3 bajti $\times 30$ sl/s). Če upoštevamo dodatno zakasnitev vodila SoC in izbiro frekvence pomnilniškega vodila pod 100 MHz, pri številnih sistemih SoC v tej kategoriji zados-tuje za potrebno hitrost prenosa podatkov pomnilnik IoT RAM QSPI SDR.

Pri preprosti pametni uri znaša potrebna pasovna širina približno 25 MB/s (135.424×3 bajti $\times 60$ sl/s) in je lahko tudi



Slika 7: Z zunanjim pomnilnikom IoT RAM je RDK2 sodobna in preprosto uporabna strojna platforma zlasti za razvoj nosljivih naprav in tipal (slika: Rutronik)

bistveno višja, odvisno od modela. Tu lahko zahteve bolje izpolnimo s pomnilniki IoT RAM OPI ali HPI. Za konkurenčne velikoserijske nosljive naprave priporočamo ohišja WLCSP.

Pomnilniki IoT RAM z različnimi pasovnimi širinami so na voljo tudi za pametne domove in industrijo. Primer je preprost prikazovalnik termostata, ki potrebuje približno 10 MB/s, za katerega zadošča začetni pomnilnik IoT RAM 16 MB QSPI SDR SOP8. Na drugi strani lahko velike zahteve prikazovalnika HD 720p izpolnimo s pomnilnikom IoT RAM 256 MB OPI ali HPI v ohišju BGA24.

IoT RAM: prelomnica za številne aplikacije z mikrokontrolerji Zaradi teh značilnosti so postali pomnilniki IoT RAM v zadnjih letih priljubljeni za nosljive naprave. Za številne najnovejše mikrokontrolerje, brezžične sisteme SoC in naprave FPGA vodilnih proizvajalcev na trgu so ti pomnilniki optimalna izbira za vse načine uporabe na področjih IoT, edge AI in industrije.

Z referenčnimi zasnovami partnerjev SoC in podjetja Rutronik lahko proizvajalci zagotovijo učinkovito uporabo svojih razvijalskih virov in kratek čas do trga. RDK2 [dodajte povezavo do RDK2 v digitalni reviji Rutroniker: <https://www.rutronik.com/development-stories/rutronik-development-kit-rdk2/>] iz podjetja Rutronik na primer temelji na PSoC 62 iz podjetja Infineon in v kombinaciji z zunanjim pomnilnikom PSRAM (64 Mb QSPI) ponuja sodobno ter preprosto uporabno strojno platformo za razvoj številnih aplikacij, predvsem nosljivih naprav in tipal.

Zaključek

Majhno število priključkov, majhna poraba energije, široka izbira ohišij in konkurenčnost ter preprostost načrtovanja in integracije pomnilnikov IoT RAM so odločilne razlike v primerjavi s tradicionalnimi ter podedovanimi rešitvami SDRAM.

Rutronik GmbH, Podružnica v Ljubljani
Motnica 5, 1236 Trzin, Slovenija
E-pošta: rutronik_si@rutronik.com
Tel. +386 1 561 09-80
<https://www.rutronik.com>



Načrtovanje TIV za mešane signale

Analog Devices, Inc.

Avtorja: May Anne Porley in Kevin Chesser

V tem članku je podrobno opisano, kaj je treba upoštevati pri načrtovanju postavitve tiskanih vezij za mešane signale. Obravnaval bo postavitev komponent, razporeditev plošč in upoštevanje ozemljitvene ravni. Smernice, obravnavane v tem članku, zagotavljajo praktičen pristop k načrtovanju razporeditve plošč z mešanimi signali in bi morale biti v pomoč inženirjem vseh profilov.

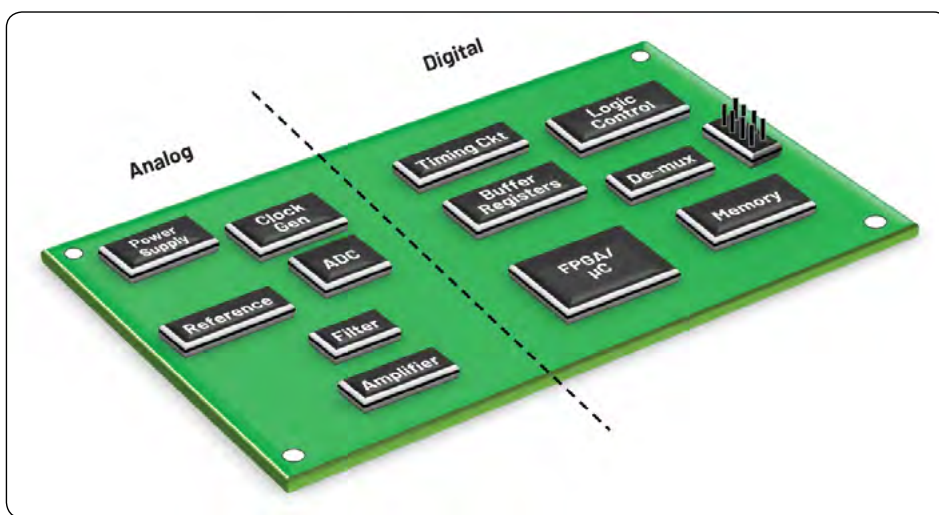
Za zasnovo tiskanih vezij (TIV) z mešanimi signali je potrebno osnovno razumevanje analognih in digitalnih vezij, da bi zmanjšali, če ne celo preprečili, motnje med signali. Sodobni sistemi so sestavljeni iz komponent, ki delujejo tako na digitalnem kot na analognem področju, te pa je treba skrbno načrtovati, da se zagotovi celovitost signalov v celotnem sistemu. Postavitev tiskanega vezja kot pomemben del procesa razvoja naprav z mešanimi signali je lahko zastrašujoča, postavitev komponent pa je le začetek. Upoštevati je treba tudi druge dejavnike, vključno s plastmi plošče in kako jih pravilno upravljati, da bi zmanjšali motnje zaradi parazitivnih kapacitivnosti, ki lahko nenamerno nastanejo med plastmi tiskanega vezja.

Ozemljitev je prav tako sestavni del načrtovanja postavitve tiskanega vezja v sistemu mešanih signalov. Medtem ko je ozemljitev pogosto obravnavana tema v industriji, pa oblikovanje standardiziranega pristopa ni vedno najenostavnejša naloga za vsakega inženirja. Na primer, eno samo vprašanje kakovostne ozemljitve lahko vpliva na celotno postavitev visoko zmogljivega sistema mešanih signalov. Zato tega področja ne smemo spregledati.

Postavitev komponent

Podobno kot pri gradnji hiše je treba pred namestitvijo sestavnih delov vezja izdelati tloris sistema. Ta korak bo določil splošno celovitost zasnove sistema in naj bi pomagal preprečiti šumeče motnje signalov.

Pri izdelavi tloris je priporočljivo slediti poti signala v shemi, zlasti pri hitrih vezjih. Lokacija komponente je prav tako kritičen vidik zasnove. Projektant mora biti sposoben prepoznati pomemben funkcionalni blok, signale in povezavo med bloki, da bi lahko določil najprimernejšo lokacijo vsake komponente v sistemu. Priključke je na primer bolje namestiti na robove plošče, medtem ko je treba pomožne komponente, kot so kristali in ločilni kondenzatorji, namestiti čim bližje napravi za mešane signale.



Slika 1: Razdelitev analognih in digitalnih signalov.

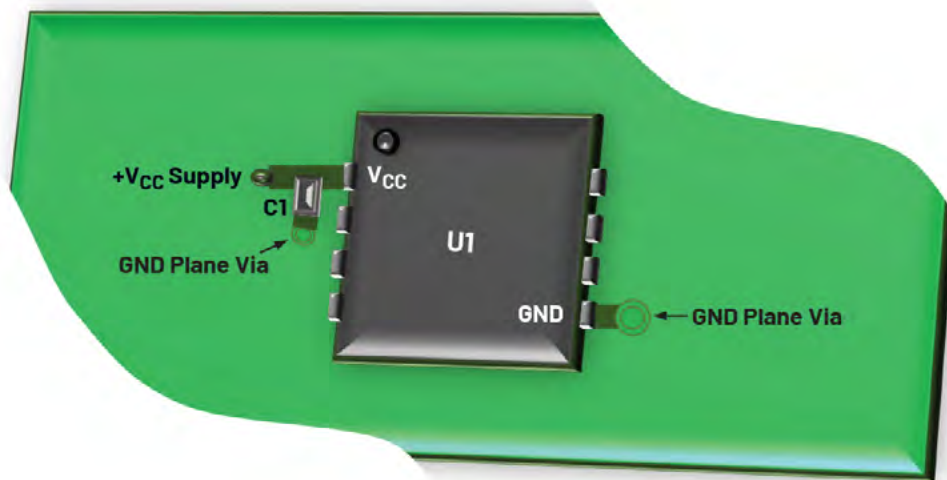
Razdelitev analognih in digitalnih blokov

Za zmanjšanje skupne povratne poti za analogne in digitalne signale se lahko razmisli o ločitvi analognih in digitalnih blokov, tako da se analogni signali ne mešajo z digitalnimi.

Slika 1 prikazuje dober primer ločitve analognega in digitalnega vezja.

Pri ločevanju analognih in digitalnih delov je treba upoštevati naslednje:

- Občutljive analogne komponente, kot so ojačevalniki in napetostne reference, je priporočljivo namestiti v analogno ravnino. Podobno je treba šumeče digitalne komponente, kot so logični krmilniki in časovni bloki, postaviti na drugo stran/digitalno ravnino.
- Če sistem vsebuje en analogno-digitalni pretvornik (ADC) ali digitalno-analogni pretvornik (DAC) z nizkimi digitalnimi tokovi, ga je mogoče obravnavati podobno kot analogne komponente, ki so vključene v analogno ravnino.
- Pri zasnovah z več kot enim ADC in DAC z visokimi tokovi je priporočljivo razdeliti analogno in digitalno napajanje. To pomeni, da mora biti AVCC vezan na analogni del, DVDD pa na digitalni del.



Slika 2: Ločilna tehnika za napajalne priključke

- Mikroprocesorji in mikrokontrolerji lahko zavzamejo veliko prostora in proizvajajo toploto. Te komponente je treba zaradi boljšega odvajanja toplote namestiti na sredino plošče, hkrati pa morajo biti blizu blokov vezij, s katerimi so povezani.

Blok napajalnika

Napajalnik je pomemben del vezja in ga je treba ustrezno obravnavati. Praviloma mora biti napajalni blok izoliran od preostalega vezja in hkrati ostati blizu komponent, ki jih napaja. Kompleksni sistemi z napravami, ki imajo več napajalnih priključkov, lahko uporabljajo ločene napajalne bloke, namenjene analognemu in digitalnemu delu, da se izognejo šumečim digitalnim motnjam.

Po drugi strani pa mora biti napajalna trasa kratka, neposredna in široka, da se zmanjša induktivnost in prepreči omejevanje toka.

Ločilne tehnike

Razmerje dušenja napajanja (angl. power supply rejection ratio - PSRR) je eden od pomembnih parametrov, ki jih mora oblikovalec upoštevati pri doseganju ciljne zmogljivosti sistema. PSRR je merilo občutljivosti naprave glede na spremembe napajanja, ki na koncu določajo zmogljivost določene naprave. Za vzdrževanje optimalnega PSRR je treba preprečiti vstop visokofrekvenčne energije v napravo. To lahko storite tako, da napajanje naprave ustrezno ločite od ozemljitvene ravnine z nizko impedanco s kombinacijo elektrolitskih in keramičnih kondenzatorjev.

Celoten koncept pravilne ločitve je ustvariti okolje z nizkim šumom, v katerem lahko vezje deluje. Osnovno pravilo je, da je treba tokom olajšati vračanje z zagotavljanjem najkrajše poti.

Oblikovalci morajo vedno preveriti priporočeno visokofrekvenčno filtriranje vsake naprave. Ta kontrolni seznam bo služil

kot vodnik, saj bo vseboval splošne tehnike za ločevanje in njihovo pravilno izvajanje:

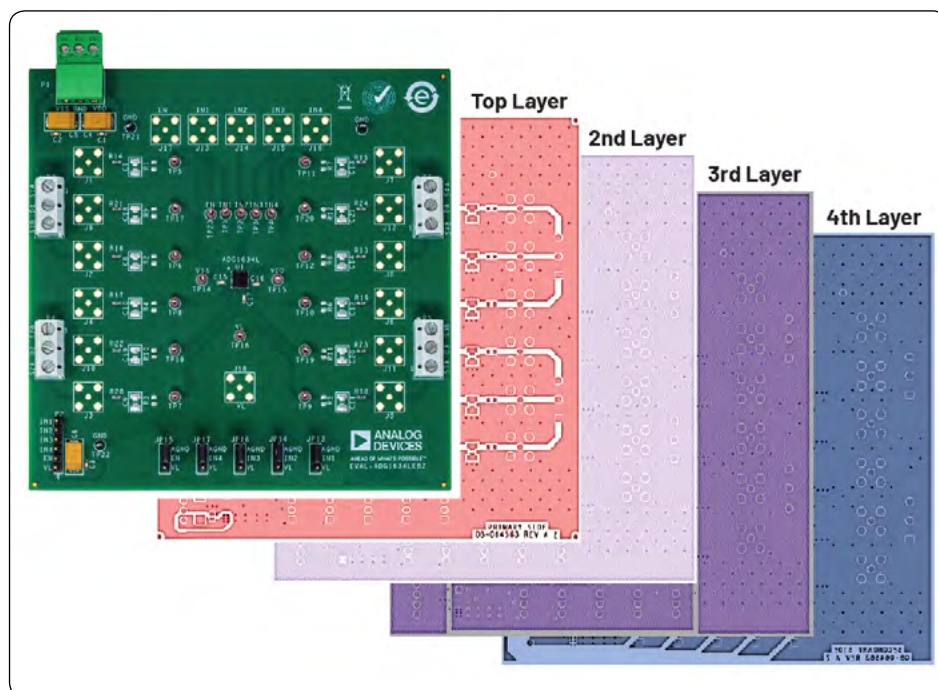
- Medtem ko elektrolitski kondenzatorji delujejo kot rezervoarji naboja za prehodne tokove, da bi zmanjšali nizkofrekvenčni šum na napajalnikih, keramični kondenzatorji z nizko induktivnostjo na drugi strani zmanjšujejo visokofrekvenčni šum. Tudi feritne dušilke so neobvezne, vendar dodajo dodatno izolacijo in dušenje visokofrekvenčnega šuma.
- Ločilne kondenzatorje je treba namestiti čim bližje napajalnim priključkom naprave. Ti kondenzatorji morajo biti povezani z veliko površino nizkoimpedančne ozemljitvene ploskve prek vie ali kratke vezi, da se zmanjša dodatna zaporedna induktivnost.
- Manjši kondenzator, običajno 0,01 μF do 0,1 μF , je treba namestiti čim bližje napajalnim priključkom naprave. Kadar ima naprava več izhodov, ki se preklapljajo hkrati, ta postavitvev preprečuje nestabilnosti. Elektrolitski kondenzator, običajno od 10 μF do 100 μF , naj bo nameščen največ en centimeter stran od napajalnega priključka naprave.
- Za lažjo izvedbo lahko ločilne kondenzatorje povežete s povezavo tipa T z ozemljitveno ravnino z uporabo vij v bližini GND kontakta komponente, namesto da bi ustvarili linijo. Poglejte si vzorec na Sliki 2.

Plasti tiskanega vezja

Ko sta postavitve komponent in tloris določena, lahko preidemo na drugo dimenzijo zasnove plošče, ki jo običajno imenujemo plasti tiskanega vezja. Zelo priporočljivo je, da se pred načrtovanjem tiskanega vezja najprej upoštevajo plasti tiskanega vezja, saj bodo tako pri zasnovi sistema določene dovoljene poti povratnega toka.

Plast plošče je navpična razporeditev bakrenih plasti na plošči. Te plasti morajo upravljati tokove in signale po celotni plošči.

Vizualni prikaz slojev plošče je prikazan na Sliki 3. V preglednici 1 je podrobno opisana tipična nastavitvev 4-slojnega tiskanega vezja.



Slika 3: Primer 4-slojnega tiskanega vezja

Na splošno morajo imeti visoko zmogljivi sistemi za zbiranje podatkov štiri ali več plasti. Zgornja plast se pogosto uporablja za digitalne/analogne signale, medtem ko se spodnja plast

Layer Position	Type of Layer
1	Digital/analog signal (top layer)
2	Ground
3	Power plane
4	Aux signal (bottom layer)

Table 1: Typical 4-Layer TIV

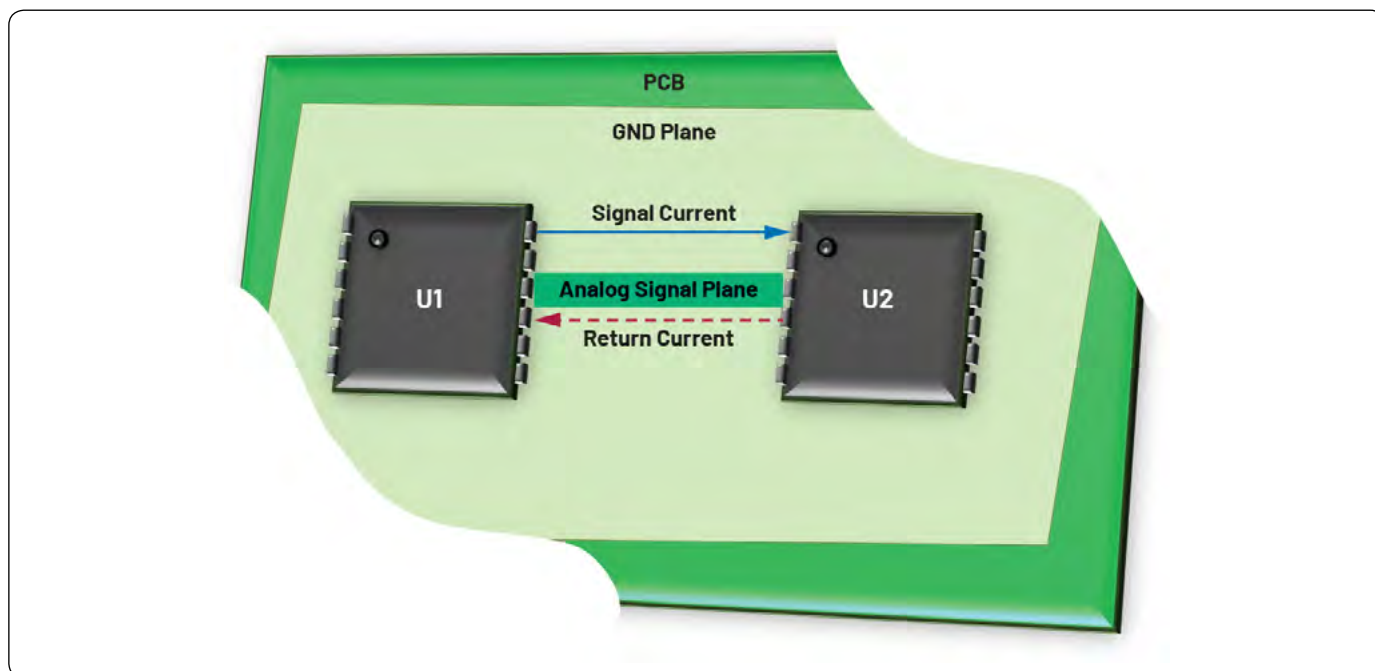
uporablja za pomožne signale. Druga plast (ozemljitvena plast) služi kot referenčna ravnina za impedančno krmiljene signale in se uporablja za zmanjšanje padcev tokov in zaščito digitalnih signalov v zgornji plasti. Na koncu je na tretji plasti napajalna plast.

Napajalna in ozemljitvena plast morata biti druga ob drugi, saj zagotavljata dodatno medplastno kapacitivnost, ki pomaga pri visokofrekvenčni ločitvi napajanja.

Za ozemljitveni sloj so se z leti spremenili nasveti za zasnovo mešanih signalov. V preteklih letih je bilo smiselno ozemljitveno plast razdeliti na analogno in digitalno, vendar je za sodobne naprave z mešanim signalom priporočljiv nov pristop. Pravilno načrtovanje plasti in ločevanje signalov naj bi preprečilo težave s šumečimi signali.

Ozemljitvena plast: ločiti ali ne ločiti?

Ozemljitev je bistven postopek pri načrtovanju postavitve tiskanega vezja za mešane signale. Tipično štirislojno tiskano vezje mora imeti vsaj eno plast, namenjeno ozemljitveni ravnini, da se zagotovi nizkoimpedančna pot za povratne signale. Vse GND priključke integriranih vezij je treba pravilno usmeriti in povezati z nizkoimpedančno ozemljitveno ravnino, da se čim bolj zmanjšata zaporedna induktivnost in upornost.



Slika 4: Povratni tok za sistem s celotno ozemljitveno ravnjo.

Pri sistemih z mešanimi signali je ozemljitev, ki ločuje analogno in digitalno ozemljitev postala standardna. Vendar je naprave z mešanimi signali z nizkim digitalnim tokom mogoče najbolje upravljati z eno samo ozemljitvijo. Oblikovalec mora razmisliti, katera praksa ozemljitve je najprimernejša glede na zahteve za tok mešanega signala. Oblikovalec mora upoštevati dve praksi ozemljitve.

Enojna plast ozemljitve

Za sisteme z mešanimi signali z enim ADC ali DAC z nizkim digitalnim tokom je najboljši pristop celotna enojna ozemljitvena ravnina. Da bi razumeli pomen enotne ozemljitvene plasti, se moramo spomniti povratnega toka. Povratni tok je tok, ki teče med vračanjem na ozemljitveni priključek in sledi med napravami, da se zaključi zanka. Da bi preprečili motnje mešanih signalov, je treba vsako povratno pot spremljati po celotni postavitvi tiskanega vezja.

Enostavno vezje na Sliki 4 prikazuje prednost celotne ozemljitvene plasti pred razdeljeno ozemljitveno plastjo. Tok signala ima enako velik povratni tok. Ta povratni tok teče po ozemljitveni ravnini nazaj k viru in bo tekel po poti najnižje impedance.

Pri nizkofrekvenčnih signalih bo povratni tok potekal po poti najmanjšega upora, običajno po ravni črti med referenčnima točkama ozemljitve naprav. Vendar bo pri signalih višjih frekvenc določen del povratnega toka poskušal slediti poti signala nazaj. To je zato, ker je impedanca po tej poti manjša, saj se s tem zmanjša velikost zanke, ki nastane med izhodnim in povratnim tokom.

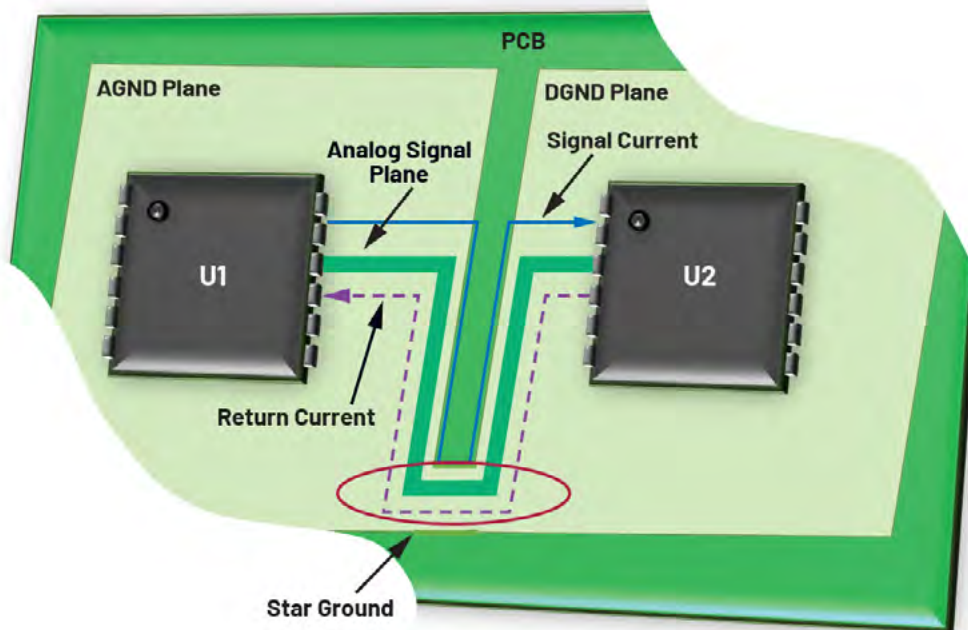
Ločevanje analognih in digitalnih ozemljitev

Pri kompleksnih sistemih, kjer je težko doseči shemo celotne ozemljitvene plasti, je morda primernejša deljena ozemljitvena plast. Deljena ozemljitvena plast je še en priljubljen pristop, pri katerem je ozemljitvena plast razdeljena na dve: analogno in digitalno ozemljitveno plast. To je uporabno za kompleksnejše sisteme z več napravami z mešanimi signali, ki porabljajo velik digitalni tok. Slika 5 prikazuje primer sistema z deljeno ozemljitveno plastjo.

Pri sistemih z deljeno ozemljitveno plastjo je najpreprostejša rešitev za doseg kohezivne ozemljitve odstranitev prekinitev ozemljitvenih plasti in omogočanje bolj neposredne poti povratnega toka prek zvezdnega ozemljitvenega spoja. Zvezdna ozemljitev je stik, kjer se na osnovi postavitve mešanega signala združita analogna in digitalna ozemljitvena raven.

V običajnih sistemih je lahko zvezdna ozemljitev povezana s preprostim ozkim nadaljevalnim stičiščem med analogno in digitalno ozemljitveno ravnjo. Pri bolj zapletenih zasnovah se zvezdna ozemljitev običajno izvede s premostitvenim šuntom na ozemljitveni priključek. Ni potreben visok tok, ki bi tekel preko konektorja in preklopnega šunta, saj v zvezdni ozemljitvi ne teče tok, temveč je njen glavni namen zagotoviti, da imata obe ozemljitvi enake referenčne nivoje.

Oblikovalci morajo vedno preveriti priporočila za ozemljitev, ki so navedena v podatkovnem listu vsake naprave, da zagotovijo izpolnjevanje specifikacij za ozemljitev in se izognejo težavam, povezanim z ozemljitvijo. Pri napravah z mešanimi signali, ki



Slika 5: Povratni tok za sisteme z deljeno ozemljitveno plastjo.

imajo AGND in DGND priključke, jih lahko povežete z ustreznima ozemljitvenima ravninama, saj bo zvezdna ozemljitev povezala obe ozemljitvi v eni točki. Na ta način bodo vsi šumeči digitalni tokovi tekli skozi digitalno napajanje do digitalne ozemljitvene ravnine in nazaj v digitalno napajanje, pri čemer bodo izolirani od občutljivega analognega vezja. Izolacijo ravnin AGND in DGND je treba izvesti na vseh plasteh večplastnega tiskanega vezja.

Druge pogoste prakse ozemljitve

Tukaj je postopek/kontrolni seznam, ki ga lahko upoštevate, da zagotovite ustrezno shemo ozemljitve v analognem/digitalnem sistemu z mešanim signalom:

- Široke bakrene linije morajo tvoriti povezave na zvezdni točki.
- Na ozemljitveni ravnini preverite ozke linije, saj so te povezave nezaželene.
- Koristno je zagotoviti priključke in vie, da lahko po potrebi povežete analogno in digitalno ozemljitveno ravnino.

Zaključek

Postavitev tiskanega vezja za aplikacije z mešanimi signali je lahko izziv. Izdelava načrta komponent je le izhodišče. Ustrezno upravljanje slojev plošče in priprava ustrezne sheme ozemljitve sta prav tako del ključnih točk, ki jih mora oblikovalec sistema upoštevati, ko poskuša doseči optimalno zmogljivost pri postavitvi sistemov za mešane signale. Priprava načrta komponent bo pomagala določiti splošno celovitost zasnove sistema. Ustrezna organizacija plasti plošče bo pomagala pri upravljanju tokov in signalov po celotni plošči. Nazadnje bo izbira najugodnejše sheme ozemljitve izboljšala delovanje sistema in preprečila morebitne težave s šumnimi signali in povratnimi tokovi.

Zahvala

Gradivo, predstavljeno v tem članku, je bilo zbrano s pomočjo številnih sodelavcev, med katerimi so Eric Carty, Genesis Garcia, Giovanni Aguirri, Brendan Somers, Stuart Servis, Leandro Peje, Mar Christian Lacida in Yoworex Tiu.

Reference:

- Walt Kester. *The Data Conversion Handbook. Analog Devices, Inc., 2005.*
- John Ardizzone. "A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout." *Analog Dialogue, Vol. 39, No. 9, September 2005.*
- Ralph Morrison. *Grounding and Shielding Techniques. John Wiley & Sons, Inc., 1998.*
- Thomas O'Shea. "AN-1349 Application Note: TIV Implementation Guidelines to Minimize Radiated Emissions on the ADM2582E/ADM2587E RS-485/RS-422 Transceivers." *Analog Devices, Inc., August 2018.*



RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

12 ŠTEVILK revije
RAČUNALNIŠKE NOVICE
plačate samo stroške pošiljanja
9,70 € za vseh 12 števk, brez vezave.

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števk
BREZPLAČNO**

Naročite lahko na: maja@stromboli.si 01 620 88 00

- "MT-101 Tutorial Decoupling Techniques." *Analog Devices, Inc., 2009.*
- Linear Circuit Design Handbook. *Analog Devices, Inc., 2008.*
- Paul Brokaw. "AN-342 Application Note, Analog Signal-Handling for High Speed and Accuracy." *Analog Devices, Inc.*
- Walt Kester, James Bryant, and Mike Byrne. "MT-031 Tutorial Grounding Data Converters and Solving the Mystery of 'AGND' and 'DGND'." *Analog Devices, Inc., 2009.*
- Paul Brokaw and Jeff Barrow. "AN-345 Application Note: Grounding for Low- and High-Frequency Circuits, Know Your Ground and Signal Paths for Effective Designs, Current Flow Seeks Path of Least Impedance—Not Just Resistance." *Analog Devices, Inc.*
- Doug Grant and Scott Wurce. "AN-348 Application Note: Avoiding Passive Component Pitfalls, The Wrong Passive Component Can Derail Even the Best Op Amp or Data Converter Here Are Some Basic Traps to Watch For." *Analog Devices, Inc.*



O avtorju

May Anne Porley je aplikativna inženirka pri podjetju Analog Devices na Filipinih v skupini za avtomatizirano testno opremo (ATE). Podjetju ADI se je pridružila leta 2012 in zagotavlja aplikativno podporo za portfelje stikal, multiplekserjev, prilagodilnikov nivojev in križnih stikal. May Anne je diplomirala na univerzi De La Salle-Dasmariñas na Filipinih, kjer je diplomirala iz elektronike.

O avtorju

Kevin Chesser je bil inženir za uporabo izdelkov v skupini SMX pri podjetju ADI v Limericku. Zelo strastno se ukvarja z elektriko in s problemi iz resničnega sveta, ki jih je mogoče rešiti z uporabo tehnologije. Kevin je zagotavljal podporo strankam, pri čemer se je osredotočal na družino stikal in multiplekserjev ADG7xx.



<https://www.analog.com>

Kako prilagoditi analogne komponente digitalni krmilni zanki

Digi-Key Electronics

Avtorica: Bonnie Baker

Uporaba digitalnih krmilnikov namesto analognih krmilnikov v elektronskih sistemih preskušanja skrajša čas do lansiranja na trg na mobilnem, avtomobilskem področju in področju interneta stvari.

Struktura digitalnega krmilnika podpira precizne komponente v vezju, kot so 24-bitni ADC in 20-bitni DAC. Ta članek podrobno opisuje prednosti digitalnega krmilnika v primerjavi z analognim krmilnikom in podaja primer digitalnega krmilnika s preciznimi analogno-digitalnimi pretvorniki (ADC) in digitalno-analognimi pretvorniki (DAC).

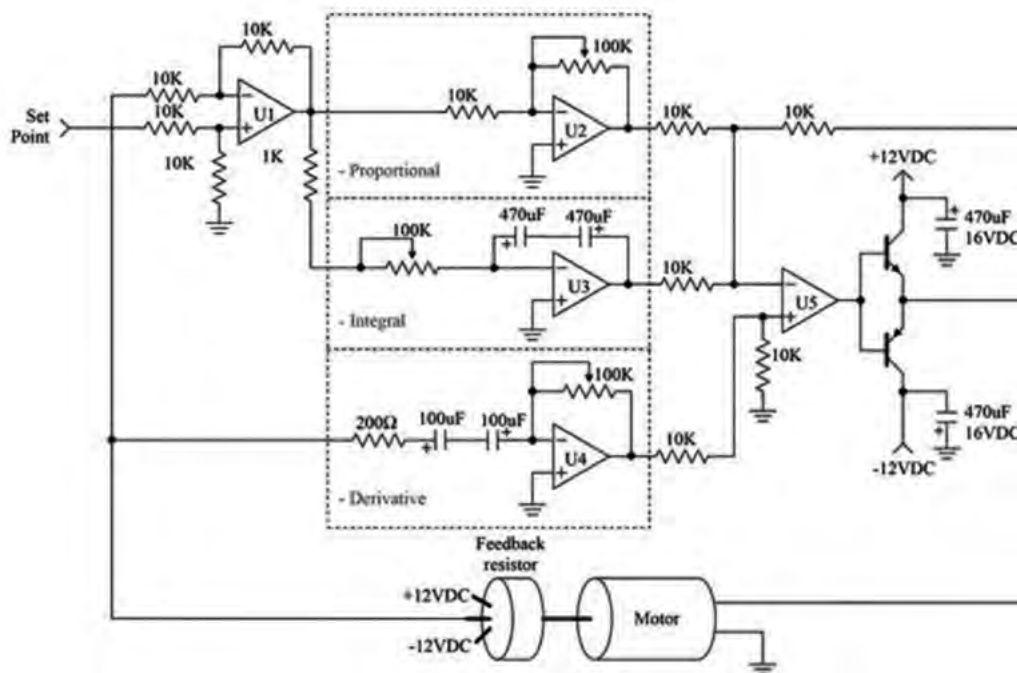
Pospeden razvoj električnih in elektronskih sistemov za mobilno, avtomobilsko področje in internet stvari (IoT), skupaj z vedno krajšimi časovnimi okni do lansiranja na trg, je privedel do potrebe po hitrejših, cenejših preskusih integriranih vezij, ki jih podpirajo.

Za doseganje teh ciljev so potrebne avtomatizirane platforme za preskušanje integriranih vezij z večjo prilagodljivostjo in modularnostjo ter manjše število komponent, da je mogoče prihraniti pri stroških in prostoru.

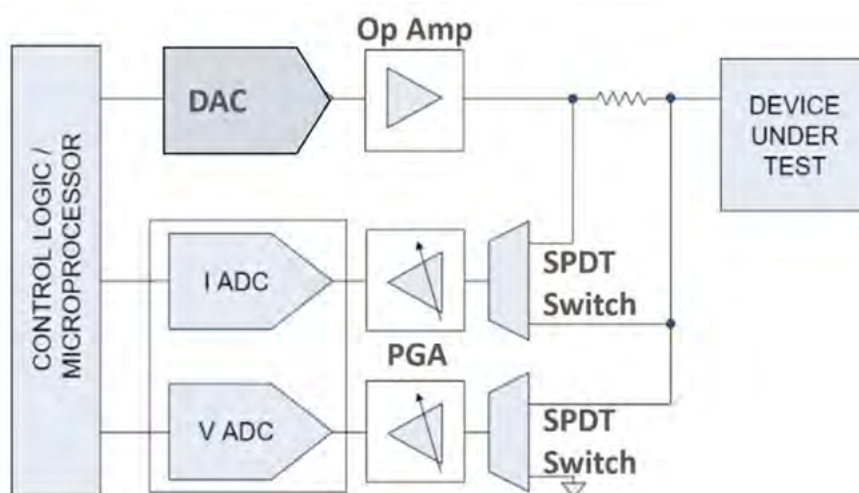
Da lahko izpolnjujejo te zahteve, oblikovalci prestopajo s klasičnih analognih krmilnikov na digitalne krmilne zanke, ki so programirljive, da dosežejo stabilnost zanke. Čeprav digitalni krmilnik odstrani upore, kondenzatorje in stikala, ločljivost in natančnost analogno-digitalnega pretvornika (ADC) in digitalno-analognega pretvornika (DAC) bistveno vpliva na splošno natančnost arhitekture digitalne krmilne zanke.

Ta članek na kratko predstavi prednosti digitalne krmilne zanke. Nato predstavi izzive pri uvedbi, kot so časovna usklajenost in vire napak šuma pretvornika in njihovo obvladovanje s posvečanjem pozornosti stopnje prepustnosti ADC-ja in razmerja med signalom in šumom (SNR) ter času umiranja DAC-a in specifikacijam spektralne gostote šuma.

Nato predstavi Analog Devices AD4630-24, 24-bitni ADC z registrom zaporednih približkov (angl. successive approximation



Slika 1: Krmilnik motorja analognega sistema uporablja različne ojačevalnike (U1-U5) in zbirko vnaprej določenih vrednosti upornika in kondenzatorja. (Vir slike: Quora)



Slika 2: Merilni sistem s konfiguracijo digitalnega krmilnika z DAC, dvema ADC-jema, analognimi ojačevalniki in stikali. (Vir slike: Bonnie Baker)

register SAR) in DAC napetostnega izhoda družbe Analog Devices AD5791. Ko ju združimo, lahko ti napravi tvorita osnovo izredno natančnega in prilagodljivega krmilnika za meritve preciznega instrumentarija.

Digitalne krmilne zanke

V inženirskih sistemih krmilniki zagotavljajo zadostno prehodno obnašanje in obnašanje v stabilnem stanju. Uvedba analognega krmilnika ima analogne vhode in izhode, iz katerih signal izstopi vzdolž neprekinjenega časovnega intervala, z vrednostmi v neprekinjenem amplitudnem območju. Senzor meri nadzorovano spremenljivko in primerja njeno vedenje z referenčnim signalom. Dejanje nadzora preskusa uporablja signal napake, ki je razlika med referenčnimi in dejanskimi vrednostmi (slika 1).

Za krmilnike z neprekinjenim analognim izhodom sistema bi pričakovali, da so boljši od digitalnih krmilnikov z vzorčnimi vrednostmi izhoda (slika 2).

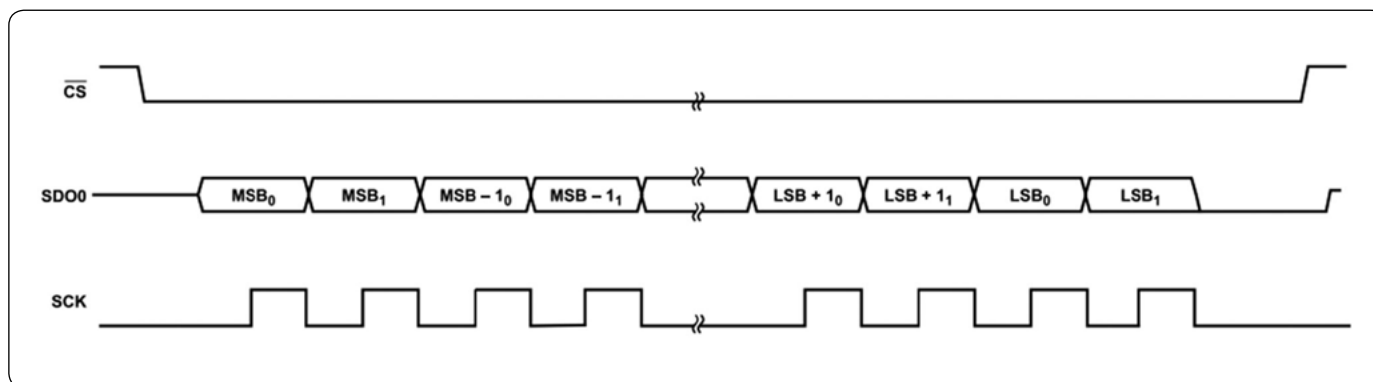
Logično bi bilo pričakovati, da krmilne spremenljivke ali izhodi v analognem krmilniku, ki se nenehno spreminjajo, dosegajo boljše krmiljenje kot meritve, ki se spreminjajo občasno v digitalnih strukturah.

Takšno sklepanje je napačno. Če predvidevamo, da so vsi drugi dejavniki digitalnega in analognega krmiljenja identični, je analogno krmiljenje boljše od digitalnega krmiljenja. Zakaj bi torej prekllopili s klasičnega analognega krmilnika na digitalnega? Pet razlogov je za to: natančnost, napake pri uvedbi, prilagodljivost, hitrost in stroški.

Natančnost: Analogni signali so digitalno predstavljeni z ničlami in enicami, z do 32 biti, ki se običajno uporabljajo za predstavitve ene analogne vrednosti (slika 2). Te pretvorbe ustvarijo majhno napako digitalne kvantizacije, ki jo je treba odpraviti. Analogni signali pa imajo nihanja v napajanju in zunanji

šum, ki poslabša analogni signal. Obvladovanje teh analognih temperaturnih in časovno odvisnih nihanj je težavno in drago, medtem ko so učinki staranja in temperature na digitalne krmilnike zanemarljivi.

- **Napake pri uvedbi:** Pri digitalnih krmilnikih so napake pri uvedbi zanemarljive. To je zato, ker digitalno obdelovanje krmilnih signalov uporablja shranjene številске vrednosti za funkcije seštevanja in množenja, analogne komponente pa imajo napake zaradi temperaturnega nihanja, natančnost upornikov, kondenzatorjev in induktorjev pa je na začetku uporabe nezanesljiva. Prav tako je nastavitve časovne konstante digitalnega krmilnika mogoče enostavno spreminjati v programski opremi, medtem ko ima analogni krmilnik fiksno število razpoložljivih časovnih konstant. Digitalni krmilnik je mogoče spreminjati sproti, kar omogoča, da se instrument prilagodi različnim pogojem obremenitve in izboljša splošno učinkovitost preskusa.
- **Prilagodljivost:** Prilagodljivost analognih krmilnikov je težavna. Ko je načrt strojne opreme zaključen, je spreminjanje plošče tiskanega vezja časovno potratno in drago. Uvajanje sprememb digitalnega krmilnika je enostavno – vse do popolne zamenjave kode. Poleg tega ni omejitev oblike ali strukture digitalnega krmilnika in z lahkoto je mogoče realizirati zapletene strukture krmilnika, ki vključujejo dodatne aritmetične možnosti.
- **Hitrost:** Računska zmogljivost še naprej eksponentno raste. Ta rast omogoča vzorčenje in upravljanje signalov pri izredno visoki hitrosti, interval med različnimi vzorci pa je vedno manjši. Zmerna zmogljivost digitalnega krmilnika je enakovredna neprekinjenemu analognemu sistemu za spremljanje.
- **Stroški:** Zaradi napredkov v proizvodnji polprevodnikov so stroški integriranih vezij vedno nižji, digitalni krmilniki pa vedno bolj stroškovno dostopni – tudi v primeru uporabe v manjšem obsegu in za nižje stroške.



Slika 3: Grafikon časovnega usklajevanja ADC prikazuje število digitalnih kod, ki jih sprejme pretvornik. (Vir slike: Analog Devices)

Izzivi analogne uvedbe za digitalne krmilnike

Pretvornika ADC in DAC sta na meji analogne in digitalne domene, ki imata obe različne električne značilnosti. Odkriti je treba specifikacije obeh naprav, ki se dopolnjujejo, tako da lahko istočasno obstajata v istem sistemu. Z vidika prepustnosti sistema je bistvenega pomen, da se določi hitrost in značilnost šuma splošnega prenosa.

Ocene časovnega usklajevanja ADC in DAC pretvornikov

Običajno obstaja jasna definicija stopnje prepustnosti ADC-ja v milijon vzorcih na sekundo (MSPS) ali tisoč vzorcih na sekundo (KSPS). Čas prepustnosti v Hertzih je obraten od stopnje prepustnosti v sekundah. Čas prepustnosti je čas, potreben, da pretvornik vzorči, pridobi, digitalizira in pripravi nadaljnjo pretvorbo. Ta čas je tudi minimalni čas pretvorbe na področju uporabe neprekinjene pretvorbe. Enote specifikacije določajo hitrost pretvorbe celotne izhodne besede. Če ima na primer ADC serijski izhod in pretvornik 24 bitov, se celotna 24-bitna pretvorba analognega signala prenese pred začetkom še ene pretvorbe (slika 3).

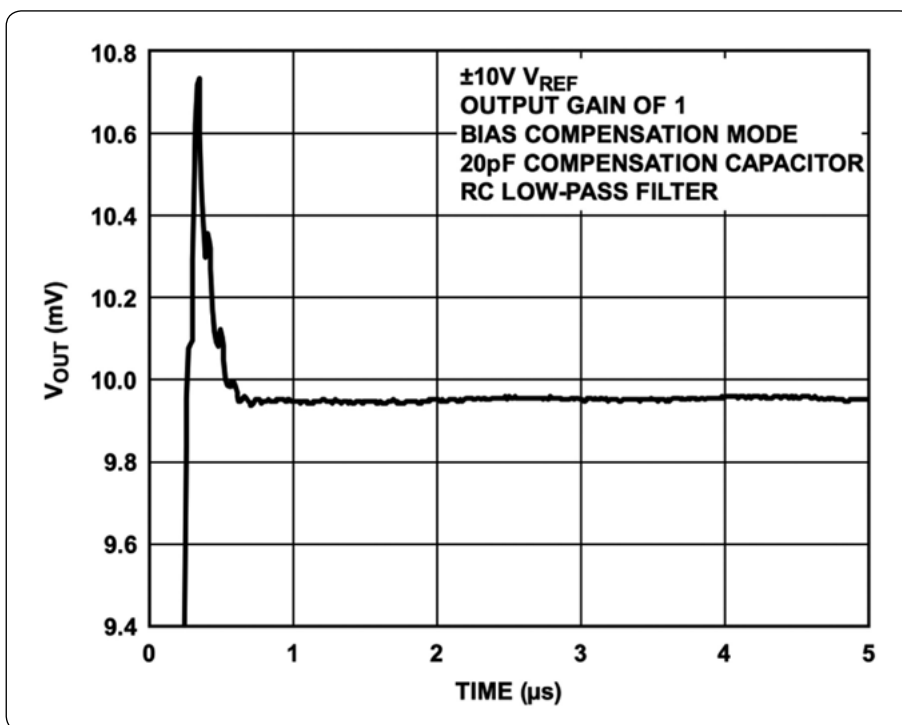
ADC pretvornik s specifikacijo 2 MSPS izstavi celotno besedo vsakih 500 nanosekund (ns). Žal ta en vzorec pretvorbe ne predstavlja popolne slike vhodnega analognega signala. V skladu s Nyquistovim teoremom mora ADC proizvesti vsaj dva vzorca, da omogoči ustvarjanje vhodnega analognega signala. Za izpolnjevanje Nyquistovega teorema je za ta proces zdaj potrebnih vsaj 500 ns ali 1 mikrosekunda (μs). To je minimalno število vzorcev za ustvarjanje skeleta

analognega signala. Štirje ali osem vzorcev je priporočenih za digitalno ustvarjanje analognega signala.

Glede DAC specifikacij je čas umirjanja izhodne napetosti DAC-a količina časa, ki je potreben, da se izhodna napetost umiri na določeno raven za določeno spremembo napetosti (slika 4).

Na sliki 4 z DAC pretvornikom je čas umirjanja v najslabšem primeru manj kot 1 μs . Matematično nasprotje te vrednosti je enako 1 MHz, kar je enako tudi 1 MSPS. Za izpolnjevanje Nyquist kriterijev mora DAC proizvesti dva izhodna vzorca, za katera je potrebna dvakrat 1 μs oz. 2 μs in kot v ADC primeru je več vzorcev bolje.

Zdaj pa še zadnja zgodba glede Nyquistovega teorema. V skladu s teoremom reprodukcija signala zahteva vsaj dva vzorca. V tem scenariju teorem identificira samo frekvenco signala. Tukaj



Slika 4: DAC ima napako časa umirjanja, ki zavzame čas, potreben, da se doseže končna vrednost. Napaka časa umirjanja v najslabšem primeru se pojavi, kadar je izhod med 100 000 in 011 111 ... kodami vnosa. (Vir slike: Analog Devices)

je za teorem treba uporabiti zdravo pamet. Zbiranje večjih velikosti vzorcev traja dlje časa, vendar proizvedejo bolj zanesljivo rekonstrukcijo signala.

Ocene frekvenčnega šuma ADC in DAC pretvornikov

Za definicijo šuma je treba razumeti dejansko ločljivost pretvornika in efektivno vrednost šuma (root-mean-square oz. RMS). Navedba ločljivosti pretvornika, na primer 24 bitni, 20 bitni ali 1 ppm, opisuje število ADC ali DAC izhodov ali vhodov. 24-bitni ADC na primer ustvari 24 izhodnih kod na pretvorbo, 20-bitni DAC pa zbere 20 digitalnih vhodnih vrednosti za eno pretvorbo. Vendar pri teh vrednostih ni definicije frekvenčne natančnosti pretvornika.

Definicija natančnosti pretvornika je odvisna od specifikacij šuma, kot so SNR ali »RMS« šuma.

Specifikacija ADC za šum po vsem izhodnem frekvenčnem območju je tipična vrednost SNR v decibelih (dB). SNR se izračuna z enačbo 1:

$$SNR(dB) = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Output Range}(V)}{\text{noise}(V)} \right)$$

Enačba 1

Podatkovni list ADC ali DAC določa izhodni obseg naprave. Šum je kumulativna vrednost »root-sum square« (RSS) po celotnem frekvenčnem pasu pretvornika.

Ločljivost RMS se izračuna z enačbo 2:

$$\text{rms resolution} = \log_{10} \left(\frac{\text{Output Range}(V)}{\text{noise}(V)} \right) / \log_{10}(2)$$

Enačba 2

Za ADC z vrednostjo SNR 105,7 dB je RMS ločljivost 17,6 bitov, kar pomeni, da lahko pretvornik zanesljivo obravnava natančnost na tej ravni. Specifikacija šuma DAC je običajno vrednost spektralne gostote šuma, ki omogoča hitro pretvorbo dejanske ločljivosti RMS DAC pretvornika. Izhodni šum DAC pretvornika se izračuna z enačbo 3:

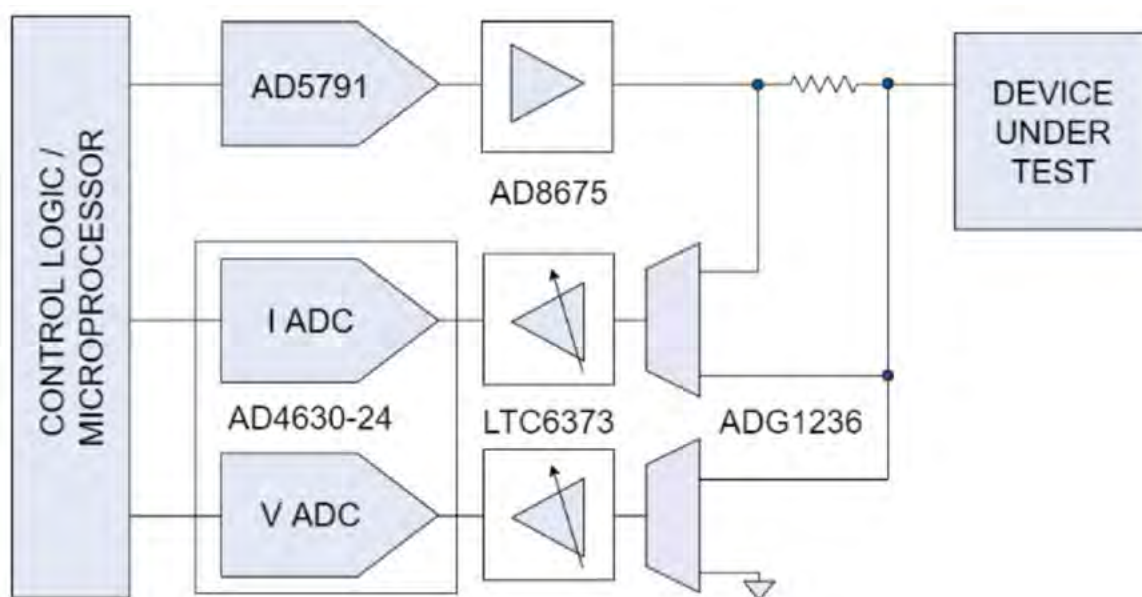
$$DAC_{\text{Noise}} = \text{spectral noise density} \times \sqrt{(\text{DAC bandwidth})}$$

Enačba 3

Če ima na primer 20-bitni DAC spektralno gostoto šuma 7,5 nanovoltov/√Hz (nV/√Hz) in pasovno širino 500 kilohertzov (kHz), je šum DAC pretvornika enak 5,3 μV (RMS). Na osnovi te vrednosti je ločljivost RMS DAC pretvornika z izhodnim obsegom 5 voltov enaka 19,8 bitov.

Digitalni krmilnik in precizni instrumentarij

Primer sistema za preskušanje digitalne krmilne naprave za preskusna vezja za mobilno področje, avtomobilsko področje in internet stvari ima devet naprav ter en diskreten upor (slika 5). Naprave v tem vezju so mikroprocesor, ADC, DAC, gonilni ojačevalnik, instrumentacijski ojačevalnik s prilagodljivim



Slika 5: Digitalni krmilnik uporablja mikroprocesor za upravljanje podatkov do in od ADC in DAC pretvornika. DAC zahteva gonilni ojačevalnik ojačanega izhoda, ADC pa zahteva ojačevalni sistem za dušenje signala. (Vir slike: Analog Devices)

ojačanjem in stikalom ADG1236 SPDT družbe Analog Devices. Mikroprocesor upravlja digitalne vmesnike in podatke med ADC in DAC, kot je Analog Devices AD4630-24 oz. AD5791. AD4630-24 je 24 bit-ni $\pm 0,9$ ppm integralni nelinearni (INL) ADC z 2 MSPS in z vrednostjo SNR 105,7 dB, ki proizvede 17,6 bitov (RMS). Ker ima hitrost pretvorbe 2 MSPS ta ADC zahteva vsaj štiri izhodne vzorce, da ustvari analogni signal. INL predstavlja natančnost DC pretvornika. AD5791 je 20 bitni ± 1 LSB DAC z časom umirjanja INL 1 μ s in 7,5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ spektralno gostoto, ki ustvari 19,8 bits (RMS). Ta DAC pri hitrosti 1 MSPS zahteva 4 μ s za natančno ustvarjanje analognih signalov.

Pretvorniki v tem sistemu zahtevajo tudi vmesnike operacijskega ojačevalnika (op. amp.) za krmiljenje izhodnega krmilnika in analognega ojačenja. Na sliki 5 je Analog Devices AD8675 10 MHz, 2,8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ izhodni operacijski ojačevalnik (rail-to-rail). Šum tega ojačevalnika zniža bite DAC sistema na 19,1 (RMS). Vendar 10 MHz pasovna širina ojačevalnika presega pasovno širino DAC pretvornika. Analog Devices LTC6373 instrumentacijski ojačevalnik s polno diferencialnim vhodom, programirljivim ojačenjem zagotavlja ojačenje in stopnjo izolacije. Če DAC stopnja uvede ojačenje 4 voltov na volt (V/V), je ena od možnosti ojačenja naprave LTC6373 0,25 V/V, kar vrne signal nazaj na prvotno vrednost. Prilagodljivost ravni digitalnega ojačenja LTC6373 zagotavlja sprotne značilnosti digitalnega krmilnika.

Zaključek

Pritiski za čim krajši čas do lansiranja na trg in stroški podpiranja hitro razvijajočih se zahtev glede razvoja preskusnih sistemom z mobilnega, avtomobilskega področja in področja interneta stvari je povzročil premik s klasičnih analognih krmilnikov na digitalne krmilne zanke. Te zanke zagotavljajo večjo natančnost in prilagodljivost ter nižje stroške, vendar je treba biti pazljiv pri izbiranju ADC ali DAC. Kot je prikazano z združitvijo 24-bitnega ADC SAR AD4630-24 družbe Analog Devices z 20-bitnim DAC-om napetostnega izhoda AD5791 družbe Analog Devices, je mogoče ustvariti izredno natančen in prilagodljiv digitalni krmilnik za meritve preciznega instrumentarija.

Povezave do izdelkov Digi-Key:

- 1: Analog Devices, AD4630-24BBCZ-RL, 24-bitni, 2 MSPS/500 kSPS, dvokanalni SAR ADC:
 - » <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/AD4630-24BBCZ-RL/15848859>

- 2: Analog Devices, AD5791BRUZ, 1 ppm, 20-bit, ± 1 LSB INL, digitalno-analognih pretvornik (DAC) napetostnega izhoda:
 - » <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/AD5791BRUZ/2606881>
- 3: Analog Devices, AD8675ARMZ, 36-V precizni, 2,8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ operacijski ojačevalnik izhoda od voda do voda:
 - » <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/AD8675ARMZ/1981926>
- 4: Analog Devices, LTC6373IDFM#PBF, 36-voltni ojačevalnik instrumentarija s polnim diferencialom in programirljivim ojačanjem:
 - » <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/LTC6373IDFM-PBF/13212409>
- 5: Analog Devices, ADG1236YRUZ, ± 15 -voltno/12-voltno dvojno stikalo SPDT z nizko kapacitivnostjo in nizko injekcijo naboja:
 - » <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADG1236YRUZ/973791>

Ključne besede o temi: Analog Devices, AD4630-24, AD5791, ADC, DAC, preciznost, ozka pasovna širina, digitalna krmilna zanka, krmilniki, Bonnie Baker

Vir slike:

- Slika 1: <https://qr.ae/pvEda0>
- Slika 2: Bonnie Baker
- Slika 3: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad4630-24_ad4632-24.pdf ; Slika 59, Stran 37
- Slika 4: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD5791.pdf> ; Slika 41, Stran 15
- Slika 5: ZAHTEVE ZA NATANČNOST IN STABILNOST ZA VERIGE SIGNALOV DIGITALNE KRMILNE ZANKE, RefDoc_Precision Horizon Signal Chain Spotlight, april 2022 – v mapi Sharefile z datotekami DK701. ; Slika 1

Povezave do prodajalcev Digi-Key:

- <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/a/analog-devices>



Prispevek severnoameriških urednikov družbe Digi-Key.

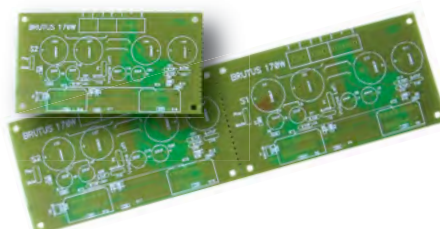
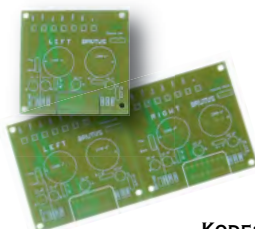
<https://www.digikey.com>



WWW.SVET-EL.SI

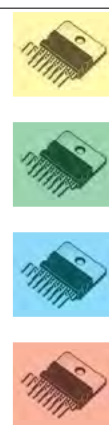
BRUTALNO DOBER OJAČEVALNIK!

BRUTUS - DELUJE V MOSTIČNI VEZAVI,
KAR MU ZAGOTAVLJA VISOKO IZHODNO MOČ



KODE:

5KIT0039, 5KIT0029, 5KIT0040, 5KIT0030

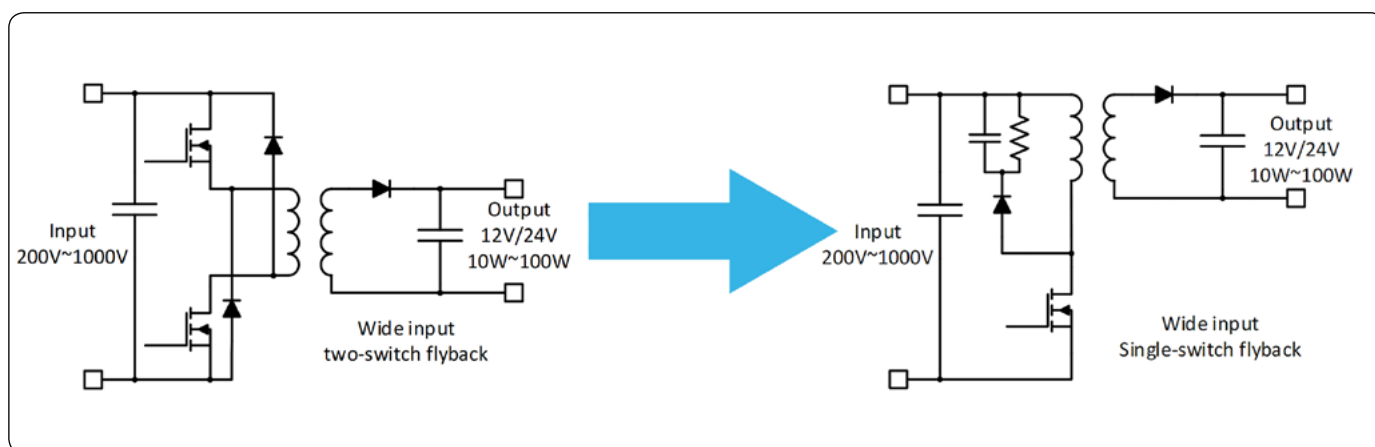


Odprava kompromisov pri pretvorbi energije s prehodom na 1700V SiC MOSFET-e

Microchip Technology

Avtorja: Xuning Zhang in Kevin Speer

Konstruktorji visokonapetostnih napajalnih sistemov so se trudili zadovoljiti potrebe strank po stalnih inovacijah pri uporabi silicijevih MOSFET-ov in IGBT-jev.



Slika 1: Zgoraj je prikazano razširjeno pomožno napajanje s topologijo širokega vhoda z enim flyback stikalom.

Želene zanesljivosti pogosto ni mogoče doseči brez žrtvovanja učinkovitosti, prav tako pa rešitve na osnovi silicija ne morejo izpolniti današnjih zahtev glede velikosti, teže in stroškov. S prihodom visokonapetostnih MOSFET-ov iz silicijevega karbida (SiC) pa imajo zdaj razvijalci priložnost izboljšati učinkovitost in hkrati rešiti vse druge izzive.

Današnji 1700-voltni SiC izdelki temeljijo na uspehu SiC napajalnih naprav z napetostjo od 650 do 1200 V, ki so se v zadnjih 20 letih vedno bolj uveljavljale. Tehnologija je že omogočila pomemben napredek končne opreme, zdaj pa z močnostnimi napravami z nazivno napetostjo 1700 V širi neštete prednosti SiC tehnologije na nove segmente končnega trga, vključno z elektrificiranimi komercialnimi in težkimi tovornimi vozili, vleko in pomožnim napajanjem lahkih železnic, obnovljivo energijo, industrijskimi pogoni in drugimi.

Razvijalci lahko z ustreznim močnostnim ohišjem in pravilnim krmiljenjem vrat povečajo prednosti 1700V SiC MOSFET-ov. To povečuje njihove prednosti pred obstoječimi silicijevimi rešitvami v najširšem možnem razponu ravni moči.

Prednosti pri nižjih ravneh moči

Prednosti 1700V SiC MOSFET tranzistorjev se začnejo že pri ravneh moči od nekaj deset do nekaj sto vatov. SiC tehnologija je idealna rešitev za pomožno napajanje (AuxPS), ki

se uporablja v skoraj vsakem sistemu močnostne elektronike. Brez pomožnega napajanja ni mogoče napajati gonilnikov vrat, senzorjev in krmilnih vezij ali hladilnih ventilatorjev. Zaradi kritičnih funkcij je zanesljivost najpomembnejša prednostna naloga pri AuxPS aplikacijah.

Eden od načinov, kako 1700-voltni SiC MOSFET-i pomagajo ublažiti okvare AuxPS-ov, je njihova visoka prebojna napetost, nižja specifična vklopna upornost in visoka hitrost preklopa. Te lastnosti skupaj omogočajo bolj poenostavljeno zasnovno vezja z uporabo topologije z enim flyback stikalom (glej sliko 1). V primerjavi s tem imajo silicijeve rešitve bodisi prenizko nazivno napetost za to topologijo (kar zahteva arhitekturo z dvema stikaloma in podvoji tveganje okvare) bodisi žrtvujejo zmogljivost zaradi nazivne napetosti. Poleg tega niso na voljo pri dovoljšnjem številu dobaviteljev in so dražji od SiC naprav.

Z omogočanjem topologije z enim flyback stikalom 1700V SiC MOSFET-i omogočajo, da današnji nizkonapetostni, izolirani stikalni napajalniki lažje podpirajo različne vhodne in izhodne zahteve. Sprejemajo lahko širok razpon visokonapetostnih enosmernih vhodov (od 300 do 1000 V) in izhodnih nizkonapetostnih virov (od 5 do 48 V). Topologija z enim flyback stikalom izboljšuje enostavnost, hkrati pa zmanjšuje število komponent in s tem povezane skupne stroške.

Poleg večje zanesljivosti, manj zapletene krmilne sheme, manjšega števila sestavnih delov in nižjih stroškov je lahko AuxPS, ki uporablja 1700V SiC MOSFET-e, tudi bolj kompakten. Površinsko

normalizirana upornost v stanju vklopa, imenovana tudi specifična upornost vklopa ($R_{on,sp}$) SiC MOSFET-ov je le delček tiste, ki jo imajo silicijevi MOSFET-i. To pomeni, da se lahko za manjšo rezino uporabijo manjša ohišja in da se zmanjšajo prevodne izgube, kar lahko na koncu povzroči zmanjšanje (ali odpravo!) velikosti in stroškov hladilnih teles. SiC MOSFET-i imajo tudi manjše preklopne izgube, kar omogoča zmanjšanje velikosti, teže in stroškov transformatorja s povečanjem stikalne frekvenca.

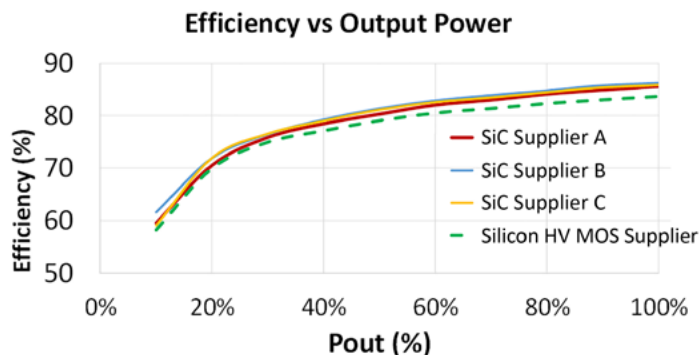
Slika 2 prikazuje stopnjo izboljšanja učinkovitosti v odvisnosti od izhodne moči pri različnih razpoložljivih SiC napravah. Pri današnjih najučinkovitejših napravah lahko razvijalci sistemov uporabijo celo pasivno hlajenje, tj. ni potrebno hladilno telo.

Koristi naraščajo s povečanjem predelane energije

Vpliv hitrejšega in učinkovitejšega preklapljanja SiC tehnologije se povečuje z večanjem procesne moči. Če se na lestvici moči pomaknete na deset ali sto kilovatov (kW), se SiC tehnologija lahko uporablja v številnih aplikacijah. Slika 3 prikazuje več-kilovatni trifazni pretvornik (v tem primeru 75 kW) in njegovo topologijo. Najdemo ga v pogonih za električna vozila, polnilnicah za električna vozila, solarnih inverterjih, UPS, motornih pogonih in še kje.

Slika 4 primerja učinkovitost te zasnove inverterja, ki uporablja 1700-voltna napajalna module v ohišju z nizko induktivnostjo, z učinkovitostjo alternativnih napajalnih polprevodnikov. SiC modul je pokazal največji 99,4 % izkoristek pri 10 kHz. Tudi ko se je stikalna frekvenca potrojila na 30 kHz, je SiC modul še vedno zagotavljal višji izkoristek kot silicijevi IGBT-ji. To omogoča zmanjšanje težkih in dragih filtrirnih komponent na samo tretjino njihove prvotne velikosti.

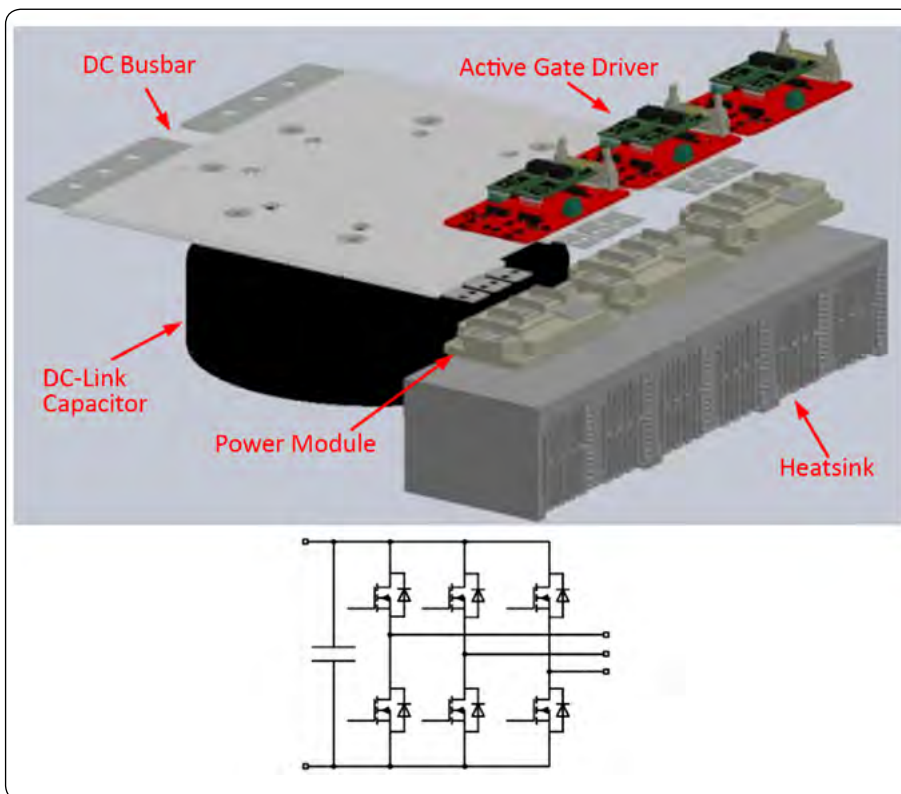
Na splošno MOSFET-i v primerjavi s silicijevimi IGBT-ji zmanjšajo stikalne izgube v povprečju za 80 %, kar pretvornikom omogoča povečanje stikalne frekvenca ob hkratnem zmanjšanju velikosti, teže in stroškov obsežnih in dragih transformatorjev. Prevodne izgube tranzistorjev SiC MOSFET-ov in silicijevih IGBT-jev so pri velikih obremenitvah podobne, vendar je pomembneje upoštevati tako imenovane "lahke obremenitve", v katerih številne aplikacije delujejo večino svoje življenjske dobe. Mednje spadajo solarni pretvorniki, ki so nameščeni v senci ali v



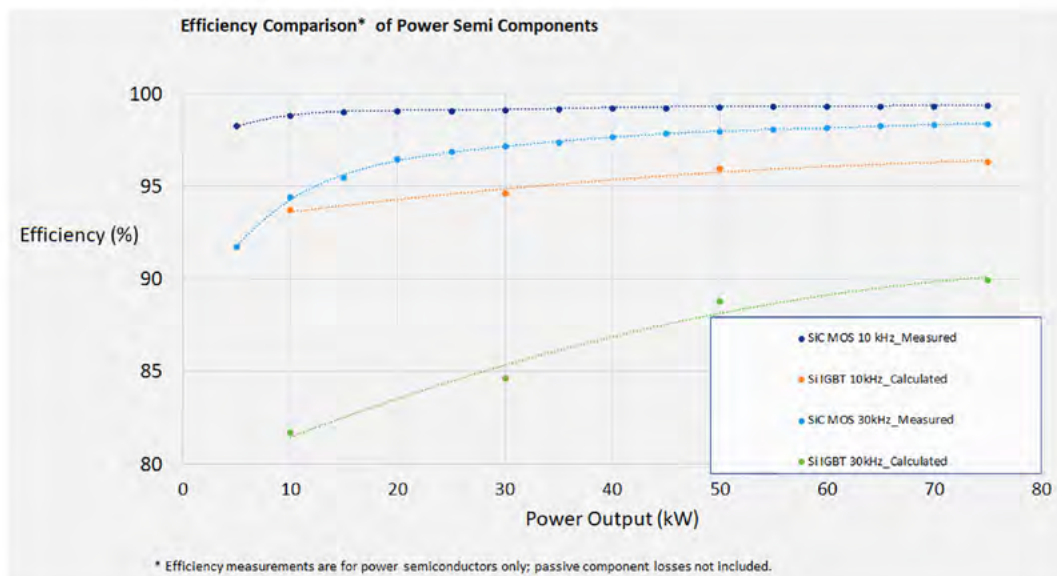
Slika 2: Primerjava učinkovitosti glede na izhodno moč za več SiC možnosti in eno MOS silicijevo visokonapetostno napravo.

oblačnih dneh, pretvorniki vetrnih turbin, ki delujejo v mirnih dneh, in vrata vlakov, ki jih pomožne pogonske enote (APU) le občasno odpirajo/zapirajo. SiC MOSFET-i v teh primerih uporabe zmanjšajo prevodne izgube v primerjavi s silicijevimi IGBT-ji, kar dopolnjuje njihove manjše stikalne izgube. Kombinacija manjših prevodnih in stikalnih izgub razvijalcem omogoča, da zmanjšajo ali odpravijo toplotno odvajanje ali druge ukrepe za upravljanje toplote.

Tako kot pri AuxPS aplikacijah z manjšo močjo tudi pri SiC MOSFET-ih, ki se uporabljajo v tem območju z večjo močjo, zanesljivost izboljša to, da lahko razvijalci uporabijo bolj poenostavljeno topologijo vezja in nadzorno shemo. S tem se zmanjša število komponent in s tem povezani stroški. V teh



Slika 3: Ključne prednostne naloge za zgoraj prikazanem več-kilovratnem trifaznem pretvorniku (vključno s funkcionalnimi deli in topologijo) so učinkovitost, zanesljivost in gostota moči (zmanjšanje velikosti in teže).



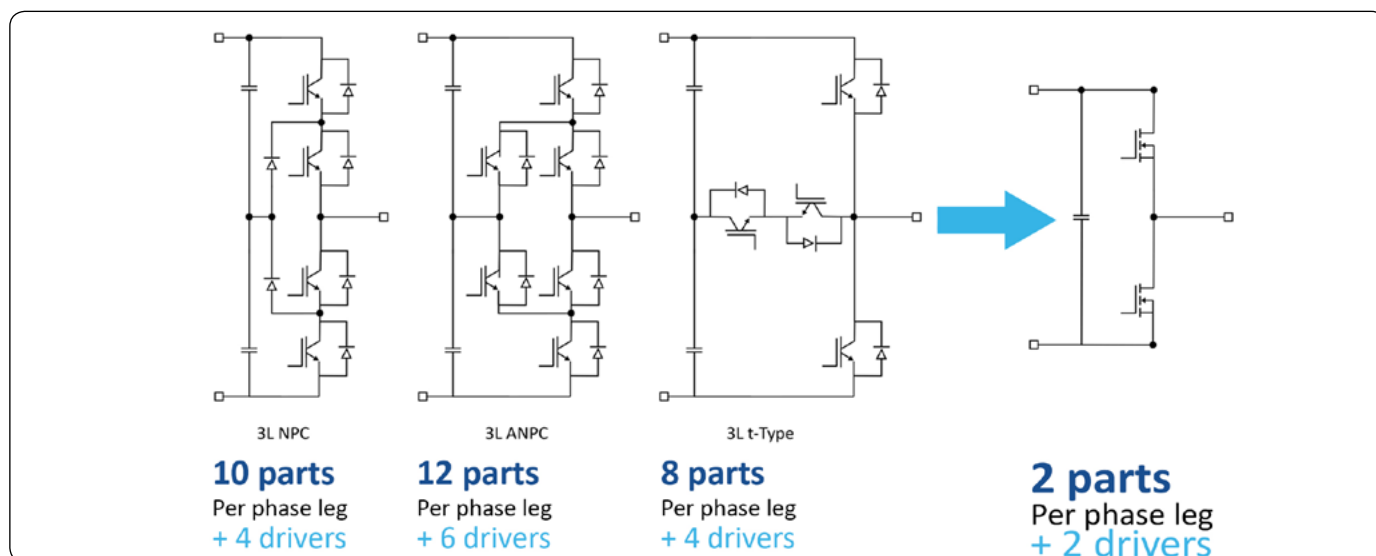
Slika 4: Učinkovitost SiC rešitev je primerjana z učinkovitostjo silicijevih IGBT pri stikalnih frekvencah 10 kHz in 30 kHz.

aplikacijah je zaradi potrebe po večji moči pretvornikov srednje moči potrebna uporaba višje napetosti enosmernega napajalnega vodila, običajno med 1000 in 1300 V. Da bi povečali učinkovitost, so morali razvijalci, ki uporabljajo silicijeve tranzistorje pri teh visokih enosmernih povezovalnih napetostih, tradicionalno izbirati med nekaj zapletenimi, tristopenjskimi arhitekturami vezij. Primeri vključujejo vezje z diodno nevtralno točko (angl. neutral point clamped NPC), aktivno vezje NPC (ANPC) in vezje T-tipa. To se spremeni s 1700-voltnimi SiC MOSFET-i, ki razvijalcem omogočajo uporabo dvostopenjskega vezja s polovico manjšim številom naprav in bistveno bolj poenostavljenim upravljanjem. Na primer, sistem, ki je prej uporabljal silicijeve IGBT v topologiji tristopenjskega vezja, lahko v zanesljivejši dvostopenjski topologiji uporabi polovico (ali še manj) 1700V SiC MOSFET modulov.

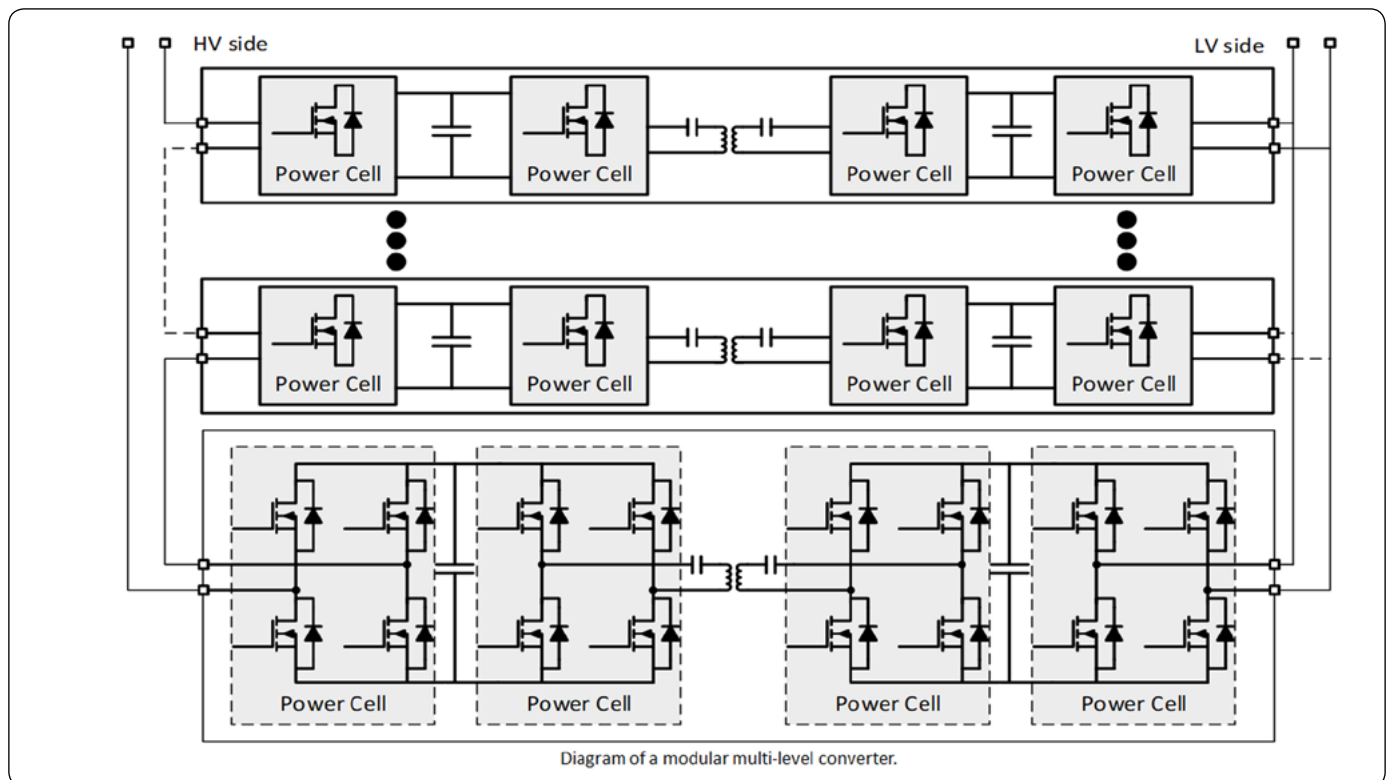
Slika 5 prikazuje, v kolikšni meri lahko razvijalci s SiC tehnologijo zmanjšajo skupno število delov za vezja NPC, ANPC in T-tipa. Ne da bi upoštevali prednosti več delov, ki so vzporedno povezani v vsakem položaju stikala, imajo različne arhitekture vezij, uporabljene z IGBT, od 4- do 6-krat več sestavnih delov kot SiC rešitev. Z zmanjšanjem števila delov se zmanjša tudi število gonilnikov vrat, poenostavi pa se tudi krmilna shema.

Prehod na aplikacije v megavatnem obsegu

Megavatne aplikacije segajo od polprevodniških transformatorjev (SST) in sredjenapetostnih distribucijskih sistemov za enosmerni tok do pogonskih enot (TPU) v komercialnih in težkih



Slika 5: SiC tehnologija povečuje učinkovitost in gostoto moči, hkrati pa z možnostjo uporabe enostavnejših dvonivojskih topologij povečuje zanesljivost. To omogoča izdelavo 75 kW trifaznega inverterja s samo dvema deloma na fazo in dvema gonilnikoma, kot je prikazano v zgornjih primerih vezij NPC, ANPC in T-tipa.



Slika 6: Modularni več-nivojski pretvornik.

vozilih. Druge aplikacije vključujejo centralne solarne inverterje in pretvornike vetrnih elektrarn na morju ter sisteme za pretvorbo energije na ladjah. Na sliki 6 je prikazan primer modularnega več-nivojskega pretvornika.

Pri uporabi v tem več-megavatnem območju moči pretvornik za polprevodniški transformator, kot je prikazan zgoraj, uporablja več ravni zaporedno povezanih napajalnih celic, da izpolni zahteve glede napetosti. Vsaka celica je lahko polprevodniška ali »polnprevodniška«. Nekateri konstruktorji se odločijo celo za trisopenjsko arhitekturo. Uporaba modularnih rešitev, ki temeljijo na osnovni enoti celice, izboljša razširljivost in hkrati zmanjša vzdrževanje. Te enotske celice, ki se včasih imenujejo gradniki močnostne elektronike ali pod-moduli, so konfigurirane kot kaskadni pretvorniki s H-mostiči ali modularni več-nivojski pretvorniki (MMC).

Za izvedbo teh enotnih celic so razvijalci v preteklosti uporabljali 1200- do 1700-voltna silicijske IGBT-je. Ko jih na ravni enotne celice nadomestijo s 1700V SiC MOSFET-i, pride do enakega učinka, kot je opisan pri aplikacijah z manjšo močjo: boljše zmogljivost za prenos moči in električna zmogljivost. Manjše stikalne izgube 1700V SiC MOSFET-ov omogočajo povečanje stikalne frekvence. Velikost vsake enojne celice se bistveno zmanjša, visoka blokirna napetost 1700 V pa zmanjša število enojnih celic, ki so potrebne za enako napetost enosmernega toka. To na koncu poveča zanesljivost sistema zaradi manjšega števila celic in hkrati zmanjša stroške z uporabo manjšega števila aktivnih stikal in gonilnikov vrat. Na primer, če se 1700-voltna SiC rešitev uporabi v polprevodniškem transformatorju, ki deluje na 10 kV srednenapetostnem distribucijskem vodu, se lahko število zaporedno povezanih celic zmanjša za 30 odstotkov v primerjavi s tistimi, ki uporabljajo silicijske alternative.

Pomen močnostnih ohišij in pravilnega krmiljenja vrat

Ker lahko SiC MOSFET tranzistorji preklaplajo velike moči pri zelo visokih hitrostih, je treba ublažiti sekundarne učinke, vključno s šumom in elektromagnetnimi motnjami (EMI) ter omejenim časom vzdržljivosti kratkega stika in prenapetosti zaradi parazitivne induktivnosti in pregrevanja. Tipičen pretvornik srednje moči v manj kot mikrosekundi izklopi več sto amperov na 1000- do 1300-voltnem vodilu. Microchip ima na voljo možnosti ohišij SiC MOSFET modulov, ki znatno zmanjšajo parazitivno induktivnost. Mednje spadajo polmostična ohišja z $L < 2,9$ nanohenryja (nH) neželene parazitske induktivnosti, kar povečuje tok, stikalno frekvenco in učinkovitost (glejte sliko 7). Te vrste ohišij zagotavljajo tudi večjo gostoto moči in kompaktno obliko, kar omogoča manjšo količino vzporednih modulov za doseganje celotnih sistemov, kar pripomore k nadaljnjemu zmanjševanju velikosti opreme.

Poleg zmanjšanja induktivnosti ohišja in optimizacije postavitve sistema lahko razvijalci uporabijo tudi novo metodo krmiljenja vrat, ki je zasnovana posebej za ublažitev sekundarnih učinkov višjih hitrosti preklopa SiC MOSFET tranzistorjev. Današnji nastavljeni, inteligentni in hitro delujoči digitalni gonilniki vrat



Slika 7: Razvijalci imajo z današnjimi SiC moduli na voljo številne možnosti ohišij, vključno z možnostmi polovičnih mostov z neželeno induktivnostjo do $< 2,9$ nH, kot je prikazano zgoraj.

zmanjšajo prekoračitve napetosti ponora do vira (VDS) do 80 odstotkov v primerjavi s tradicionalnim analognim pristopom in zmanjšajo stikalne izgube do 50 odstotkov. Poleg tega skrajšajo čas do šestih mesecev in zagotavljajo nove razširjene stikalne zmogljivosti.

Te zmogljivosti razvijalcem omogočajo raziskovanje konfiguracij in njihovo ponovno uporabo za različne parametre gonilnika vrat, kot so profili preklopa vrat, kritični sistemski monitorji in nastavitve vmesnika krmilnika. Hitro lahko prilagodijo gonilnike vrat za podporo številnim različnim aplikacijam, ne da bi pri tem spreminjali strojno opremo, kar skrajša čas razvoja od priprave do proizvodnje. Prav tako lahko spreminjajo krmilne parametre med postopkom načrtovanja in spreminjajo stikalne profile na terenu po potrebi in/ali če/ko se slabša kakovost SiC MOSFET-ov.

Današnja ponudba SiC MOSFET-ov mora biti tudi del celovitega SiC ekosistema, ki zagotavlja neposredno pot od vrednotenja do proizvodnje. To vključuje prilagodljive možnosti modulov in digitalne gonilnike vrat, ki uporabnikom omogočajo, da s klikom miške optimizirajo zmogljivost sistema in skrajšajo čas do prihoda na trg. Drugi elementi ekosistema morajo vključevati adapterske plošče referenčnih modulov, nizkoindukcijski napajalni modul SP6LI, montažno strojno opremo in priključke za termistor in enosmerno napetost ter programski komplet za nastavljanje programske opreme. Ekosistem dopolnjujejo spremljevalni diskretni izdelki.

Kontinuum prednosti

Visokonapetostni SiC MOSFET tranzistorji, ki se uporabljajo za pretvorbo električne energije, od vatov do megavatov, razvijalcem omogočajo, da presežejo kompromise silicijevih rešitev in spodbujajo inovacije pri razvoju sistemov za pretvorbo električne energije. Povečujejo zanesljivost in hkrati zmanjšujejo stroške ter hkrati zmanjšujejo velikost in težo učinkovitejših pretvornikov moči in sistemov napajanja. Pri uporabi z inteligentnim digitalnim krmiljenjem vrat 1700-voltni SiC MOSFET-i zagotavljajo največjo možno vrednost. Microchip ponuja široko paleto robustnih in zanesljivih SiC komponent v obliki rezine, diskretnih elementov in napajalnih modulov ter rešitev digitalnega gonilnika vrat, ki razvijalcem omogočajo enostavno, hitro in samozavestno uporabo SiC. Podjetje Microchip Technology je razširilo svojo ponudbo SiC z uvedbo 3,3 kV SiC MOSFET-ov z najnižjo vklopno upornostjo [RDS(on)] in SiC SBD-jev z najvišjim tokom, kar razvijalcem omogoča, da izkoristijo prednosti robustnosti, zanesljivosti in zmogljivosti. 3,3 kV MOSFET-i in SBD-ji podjetja Microchip dopolnjujejo široko paleto SiC izdelkov, ki vključuje 700V, 1200V in 1700V rezine, diskretne elemente, module in digitalne gonilnike vrat.

Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.



<https://www.microchip.com>

Microchip is...

FPGAs and PLDs

Radiation-Tolerant FPGAs < SoC FPGAs < Antifuse FPGAs < FPGAs <

- Letalska industrija
- Komunikacijska industrija
- Proizvodna industrija
- Avtomobilska industrija
- Obrambna industrija
- Medicinska industrija

microchip.com/fpga

The Microchip name and logo and the Microchip logo are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries. All other trademarks are the property of their registered owners. © 2022 Microchip Technology Inc. All rights reserved. MEC2451A-UK-09-22

Nekaj previdnostnih ukrepov pri mešanih signalih z uporabo ADC in DAC

Avtor: Francesco Poderico, Neutronix Ltd

Drage bralke in dragi bralci, avtor Francesco piše zelo zanimive prispevke o EMC problemih, na katere je naletel kot strokovnjak za EMC meritve. Ob tem, ko opiše težavo napiše tudi rešitev, kako se rešiti EMC težav.

Pred nekaj leti sem za stranko delal na digitalnem radiu. Zasnova je bila zelo zapletena, nagrada za inženirja elektronike, kot sem bil jaz, pa ogromna.

Užival sem v vsakem delu razvoja. Spomnim se, da sem kupil nekaj knjig, da bi se prepričal, da dobro opravljam svoje delo, in najboljša knjiga, ki sem jo takrat kupil, se je imenovala "grounds for grounding", izdaja Wiley, ki jo toplo priporočam, zlasti 9. poglavje, ki sem ga najbolj preučil.

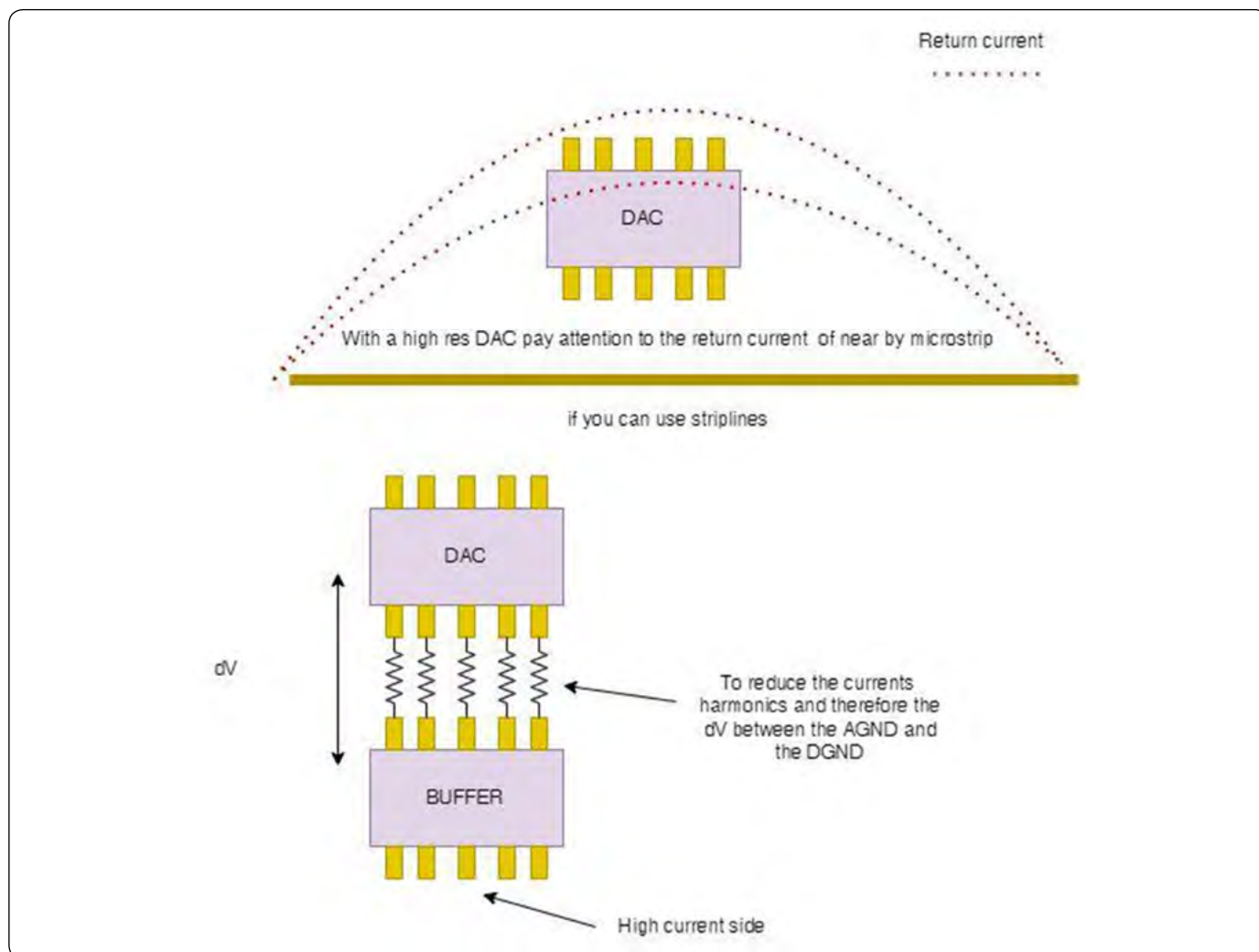
Ta knjiga je izjemno dobro napisana in prikazuje nekaj načinov za povezavo "šumeče digitalne ozemljitve" s "čisto analogno ozemljitvijo" ADC ali DAC. Pojasnjuje, zakaj se na podatkovni kartici ta dva priključka imenujeta AGND in DGND in zakaj

ju je treba postaviti na isto ravnino. Pojasnjeno je tudi, kako zmanjšati šum med njima in podobno. Vendar mi ta knjiga ni povedala, kaj je "šumeča" ozemljitev in kaj je "čista" ozemljitev. Zato to zdaj delim z vami.

Ko načrtujemo povsem digitalno ploščo, 50-100 mV "šum ozemljitve" ni problem. Pri večini modelov je to sprejemljivo.

Kaj pa, ko imamo 8-bitni DAC (ali ADC)? Ali lahko dopuščamo 50 mV šum ozemljitve?

Predpostavimo, da uporabljamo 1 V kot referenčno napetost na našem DAC pretvorniku. V tem primeru je pri 8-bitnem DAC ločljivost $1V/256 = 3,9$ mV.



Podobno lahko sestavimo tabelo, kot je ta:

8 bit -> 3.9 mV -> 48 dB
16 bit -> 15 µV -> 96 dB
18 bit -> 4 µV -> 108 dB
itd.

Tako lahko zaključimo, da moramo biti tudi pri 8-bitnem DAC zelo previdni!

V času zgornjega načrtovanja smo se po neprespani noči, ki smo jo preživeli ob prebiranju zgornje knjige o tem, kako najbolje povezati "AGND" z "DGND", odločili, da uporabimo eno samo GND ravnino.

Vendar sem se ustrašil uporabe mikrostrip povezav in nisem imel druge izbire, saj so se za PCB sklad že pred meseci odločili drugi.

Vprašanje, na katerega sem si moral odgovoriti, je bilo:

Če imam v bližini svojega DAC pretvornika microstrip povezave, koliko bo to vplivalo na "AGND"? To je zelo pomembno vprašanje, saj sem želel doseči 80 dB izolacije šuma.

Torej... nazaj k teoriji in tokrat sem sestavil še eno tabelo, pri

čemer sem imel dimenzije tračnih linij v bližini DAC.

w/h = 1 -> 24 dB zmanjšanja toka na razdalji 5w
w/h = 5 -> 78 dB zmanjšanja toka na razdalji 5w
itd.

Tako sem ugotovil, da se s postavitvijo, ki sem jo imel, nisem mogel sebe prepričati, da bi dosegel željeno dinamično izolacijo, in ker nisem mogel uporabiti linij trakov in asimetričnih linij trakov, sem bil v težavah.

Zato sem se odločil, da dodam nizkoprepustni filter, odmaknjen od DAC, in digitalni medpomnilnik za zmanjšanje šuma med 2 GND. Na zgornji risbi boste videli samo upor; predstavljajte si tudi kondenzator 18pF v bližini DAC. Delovalo je popolnoma dobro.

Zaradi takšnega dizajna inženir raste, vsaj jaz; če ne želite kupiti zgornje knjige, priporočam ogled AN iz Analogue Devices. Polni so dobrih predlogov.

Upam, da vam je bilo všeč!



Povzeto po:

• <https://bit.ly/3vXsgsz>

<https://svet-el.si>

PODARJENO Z LJUBEZNOSTJO!

15 €

redna cena: 29,99 €

20 €

redna cena: 35,99 €

20 €

redna cena: 27,99 €

10 €

redna cena: 19,99 €

15 €

redna cena: 24,99 €

50 očarljivih in grozljivih idej za pusta, korak za korakom

redna cena: 9,99 €

Ni pomembno, ali si začetnik ali izkušen slikar: tudi ti lahko spremeniš vsakdanji obraz v **prikupno, zabavno ali grozljivo umetnino**, ki ljudem nariše nasmeh na obraz.

ustvari neverjetno prepričljiv videz • postopki, razloženi korak za korakom

5 €

Tehniška založba Slovenije

www.tzs.si
narocila@tzs.si

POŠTA SLOVENIJA
080 17 90

Sodobni Microchipovi mikrokontrolerji: 8-bitnik kot krmilnik LED osvetlitve

Avtor: dr. Simon Vavpotič

V prejšnjem nadaljevanju smo veliko pozornosti namenili Microchip Code Configuratorju, računalni varnostno kodo CRC, uporabljali modulator za digitalne signale in numerično krmiljeni oscilator in ugotovili, zakaj nekateri novejši mikrokontrolerji pri komunikaciji prek USB 2.0 ne potrebujejo natančnih kristalnih oscilatorjev.

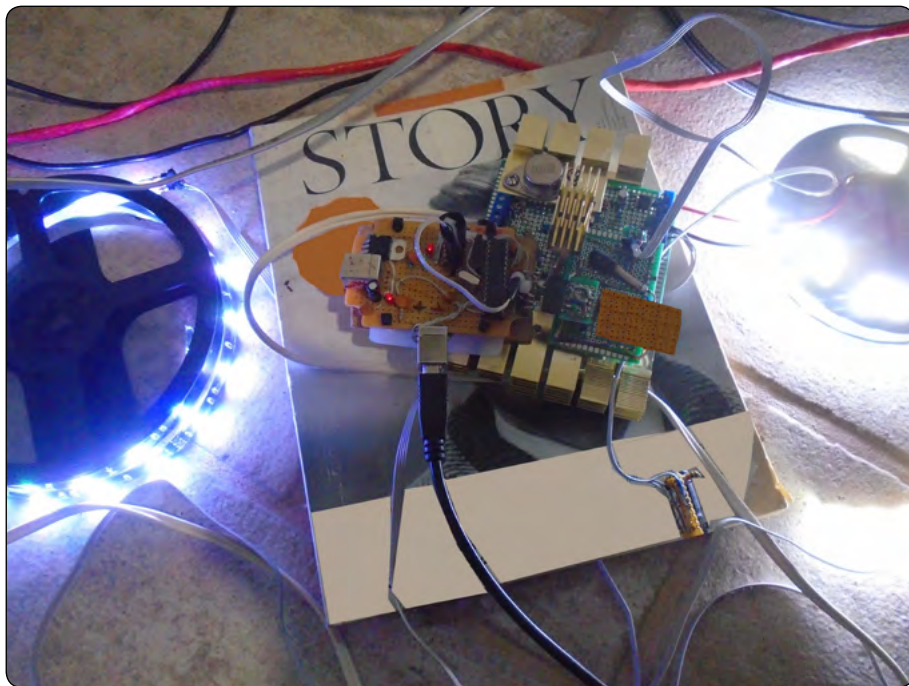
Tokrat najprej nadaljujemo s periferijo Microchipovih 8-bitnikov in se v nadaljevanju lotimo praktičnega primera, izdelave krmilnika LED osvetlitve z daljinskim upravljalnikom, s katerim bomo popestrili temačne zimske večere. A ne bomo krmili samo belih LED verig, ampak tudi barvne, s katerimi pričaramo različno »tople«
belo-rumene svetlobe, ali pa se podamo v svet barv.

Napredni 10- ali 12-bitni A/D pretvornik

PIC mikrokontrolerji imajo dolgo vgrajene sorazmerno zmogljive A/D pretvornike (ADC), novost pa so sodobni digitalni nizko-pasovni filtri, ki omogočajo filtriranje napak A/D pretvorbe pri počasnih signalih. S hitrim vzorčenjem in filtriranjem se tako izognemo napakam A/D pretvorbe pri večjih ločljivostih vzorčenja, predvsem od 8-bitov naprej.

Poleg natančnosti meritve je pomembna tudi njena točnost, ki jo lahko zagotovimo samo z natančno določeno referenčno napetostjo, s katero ADC primerja merjeno napetost. Denimo, 10-bitni ADC PIC16F18855 omogoča izbiro med petimi viri referenčne napetosti, poleg običajnih V_{ref} , za katero moramo žrtvovati enega od zunanjih priključkov in sami zagotoviti dovolj točen vir referenčne napetosti in napajalne napetosti V_{dd} , lahko izbiramo tudi med tremi fiksnimi napetostmi 1,024 V, 2,048 V in 4,096 V notranjega vira, ki deluje neodvisno od napajalne napetosti V_{dd} . Napetosti tega vira lahko uporablja tudi 5-bitni vgrajeni D/A pretvornik, o katerem več kasneje. Zaenkrat povejmo le, da lahko A/D pretvornik kot referenčno napetost uporablja tudi izhodno napetost D/A pretvornika.

Napredni ADC, ki so mu pri Microchipu nadeli tudi oznako ADC2 (»na kvadrat«), kar dejansko pomeni tudi veliko novih načinov delovanja, ki mikrokontrolerjevo procesno enoto razbremenijo zahtevnih izračunov. Osnovni način je enak kot pri ADC starejših mikrokontrolerjev in omogoča zajemanje podatkov brez



Slika 1: Krmilnik LED osvetlitve

naknadnih obdelav, dodani pa so načini: accumulate, average, burst average in nizkoprepustni filter. Pri počasnih aplikacijah, kakršno je krmiljenje LED osvetlitve, se splača uporabiti prav slednjega, saj tako zanesljiveje izmerimo napetost ob določenem bremenu.

ADC omogoča tudi merjenje zunanje kapacitivnosti, saj ima vgrajene 3 referenčne kondenzatorje, ki jih lahko programsko vklopljamo in izklopljamo prek krmilnega registra. Obenem imamo na voljo tudi digitalni stikali, s katerima kondenzatorje bodisi programsko vežemo na napajanje (V_{dd}) ali na maso (V_{ss}), čemer povzročimo polnjenje ali praznjenje kondenzatorja. Kapacitivnost izmerimo s pomočjo časa polnjenja in/ali časa praznjenja.

Nadvse uporabni D/A pretvorniki

Čeprav bi težko bi trdili, da D/A pretvornika (DAC) sodobnega 8-bitnega PIC16F18855 mikrokontrolerja prinašata kopico novosti, je res, da starejši PIC-i DAC-ov niso imeli. Slednje smo poznali le pri AVR-jih.

Kljub temu, da ima veliko mikrokontrolerjev po dva DAC-a, s katerima lahko predvajamo tudi stereo zvok, je PIC16F18855 skromnejši in premore zgolj enega 5-bitnega, vendar lahko programsko preklapljam med izhodom DAC1OUT1 (RA2) in DAC1OUT2 (RB7), kar v praksi pomeni, da lahko s hitrim preklapljanjem in ustreznimi RC-vezji ustvarimo dva počasnejša DAC izhoda, ki dosegata največ okoli polovico hitrosti osnovnega DAC.

Katere napetosti lahko proizvede DAC? Analogni DAC ni omejen na napajalno napetost mikrokontrolerja, saj je ta le ena od mogočih izbir referenčne napetosti, podobno kot pri ADC.

A morda je ideja, da se namesto tega ozremo po zmogljivejših mikrokontrolerjih vseeno boljša. Denimo, PIC18-Q71 ima dva 8-bitna pa tudi 10-bitni DAC. Omenimo še AVR-je, od katerih imajo 8 ali 10-bitne DAC-e družine: ATTiny, AVR-DB, AVR-DA in AVR-DD.

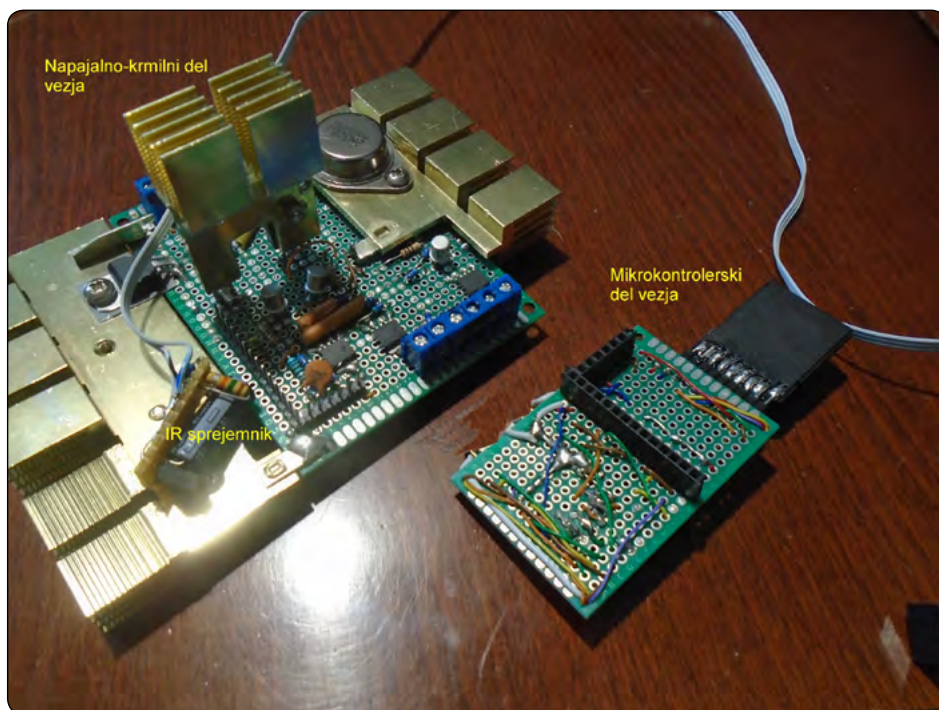
A lotimo se raje praktičnega primera, v katerem bomo uporabili tako ADC kot DAC...

Krmilnik LED trakov

Tračno LED osvetlitev pogosto uporabljamo v kuhinji za osvetljevanje kuhinjskega pulta in kuhinjske nape, lahko pa tudi drugod, predvsem za osvetljevanje polic in vitrin. Čeprav se zdi krmiljenje LED verig sorazmerno enostaven problem, kljub temu ni trivialen, še posebej če želimo zagotavljati konstantno in dovolj zmogljivo osvetlitev. LED osvetlitev zaradi sorazmerno nizke napajalne napetosti (večinoma +12 V) omogoča tudi poceni in enostavno izvedbo upravljanja: od vseh vrst stikal in panelov za prižiganje in ugašanje posameznih svetil in nastavitve njihove svetlosti, do daljinskega upravljanja prek IR upravljalnika in/ali Bluetooth in/ali Wi-Fi in/ali Etherneta. Vendar

se večina zadovolji z IR daljinskim upravljalnikom, s katerim se izogne spreminjanju že vgrajenih stikal.

Naslednje vprašanje je, kako zagotoviti napajanje. Poraba LED trakov je sicer manjša od drugih vrst svetil, a električni tokovi skozi posamezne LED trakove zaradi sorazmerno nizke napajalne napetosti lahko dosežejo tudi nekaj amperov, kar zahteva uporabo ustreznega ojačevalnega ali preklopnega vezja. Za krmiljenje LED trakov lahko uporabljamo vezja s konstantnim tokom ali PWM vezja. Prednost slednjih je manjša poraba energije, saj je padec napetosti na preklopnem elementu, na primer močnostnem P-MOSFET ali n-MOSFET tranzistorju, zanemarljiv. Po drugi strani, lahko z močnostnimi bipolarnimi NPN ali PNP tranzistorji zagotovimo želeno napajalno napetost brez uporabe visokih frekvenc in PWM, s čemer zagotovimo povsem konstanten vir osvetlitve pod pogojem da zanj uporabimo tudi konstanten tokovni vir. Je pa tudi res, da lahko z dovolj velikimi elektrolitskimi in keramičnimi kondenzatorji napetost PWM zelo



Slika 2: Sestava LED krmilnika



BeeProg2

60-0052_PROG BeeProg2



dobro zgladimo, zato je prvi princip na večino uporab morda tudi enostavnejši, saj ne zahteva hlajena močnostnih bipolarnih tranzistorjev.

Kakorkoli, v našem primeru bomo za krmiljenje treh trakov LED uporabili močnostni bipolarni NPN tranzistor kot zatemnilnik (dimmer), medtem ko bomo za vklop in izklop luči, še manj pa napeljevanja dodatnih kablov za upravljanje. Lahko bi se znašli tako, da bi v prostor za stikala vgradili poseben mikrokontroler s tipkovnico, ki bi nato preko ad-hoc SPI ali I2C vodila prenašal ukaze v krmilnik LED osvetlitve, a veliko enostavneje je uporabiti katerega od daljincev odsluženih avdio ali video naprav, ki jih ne uporabljamo več. Namesto tega lahko izkoristimo tudi morebitne neuporabljene funkcijske tipke daljinca kuhinjskega radija. Da bi znižali stroške proizvodnje včasih proizvajalci priložijo univerzalne daljince, s katerimi lahko poleg radijskega sprejemnika krmilimo tudi druge naprave istega proizvajalca. Če slednjih ne nameravamo kupiti, lahko te tipke izkoristimo po svoje, pri čemer ne potrebujemo novih daljincev.

Povsem drugače je s P-MOSFET močnostnimi tranzistorju, pri

katerih lahko za napetostno prilagoditev uporabimo tranzistorje za majhne moči. Sam sem imel pri roli BC109C, ki zdrži do 200 mA kolektorskega toka, a bi brez skrbi lahko uporabil tudi bistveno manj zmogljiv tranzistor.

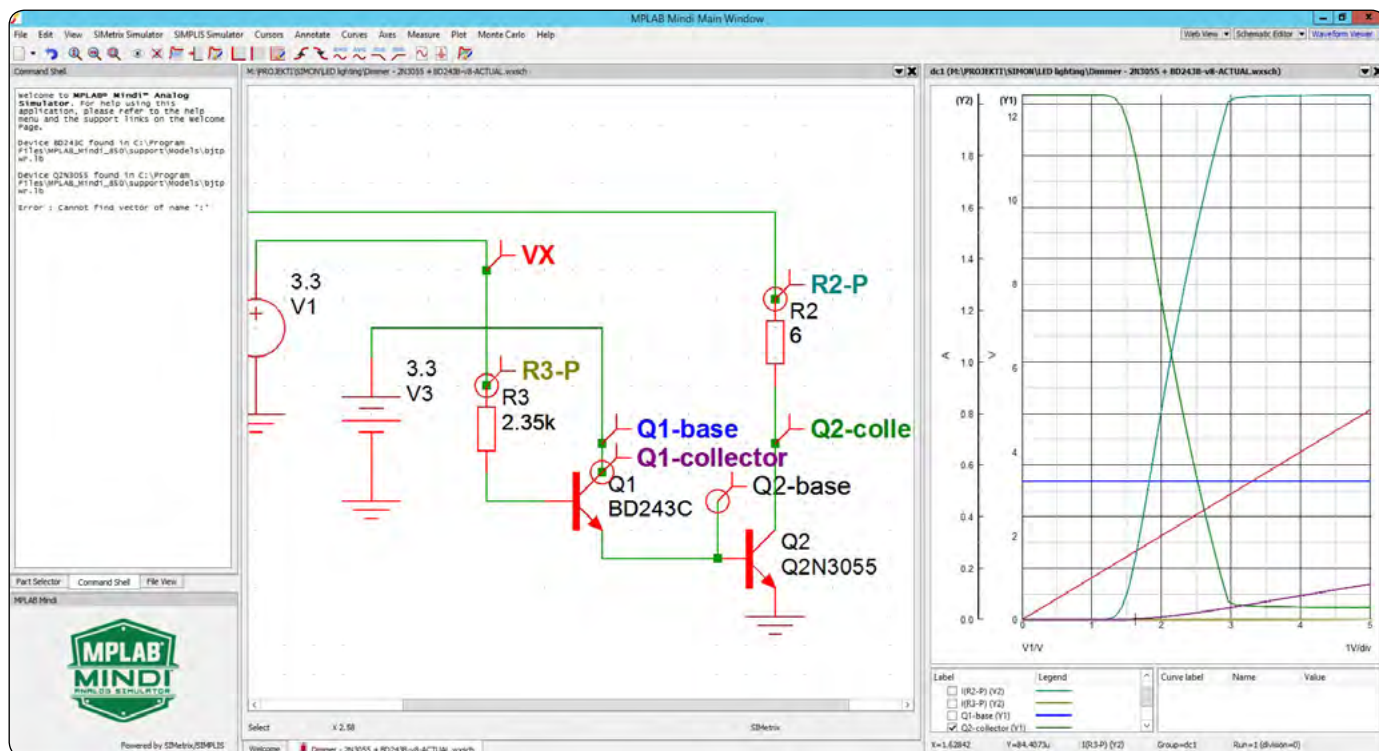
Daljinsko upravljanje

Imamo ojačevalno vezje. Kaj zdaj? Vsekakor si ne želimo zahtevne predelava stikal za vklop in izklop luči, še manj pa napeljevanja dodatnih kablov za upravljanje. Lahko bi se znašli tako, da bi v prostor za stikala vgradili poseben mikrokontroler s tipkovnico, ki bi nato preko ad-hoc SPI ali I2C vodila prenašal ukaze v krmilnik LED osvetlitve, a veliko enostavneje je uporabiti katerega od daljincev odsluženih avdio ali video naprav, ki jih ne uporabljamo več. Namesto tega lahko izkoristimo tudi morebitne neuporabljene funkcijske tipke daljinca kuhinjskega radija. Da bi znižali stroške proizvodnje včasih proizvajalci priložijo univerzalne daljince, s katerimi lahko poleg radijskega sprejemnika krmilimo tudi druge naprave istega proizvajalca. Če slednjih ne nameravamo kupiti, lahko te tipke izkoristimo po svoje, pri čemer ne potrebujemo novih daljincev.

Daljince imamo! Potrebujemo še IR sprejemnik. Proizvajalci

Program 1:

```
void IRAM_ATTR isr_IR()
{
    ...
    t1 = micros() ; // Get system current time
    intval = t1 - t0 ; // Compute interval
    IR_i[IR_active]=intval;t0=t1; // Save for next compare
    if(IR_active>MAX_interval)IR_active=MAX_interval; // Preserve recording
    if ( ( intval > 100 ) && ( intval < 1000 ) ) // Short pulse?
    {
        ir_locvalue = ir_locvalue << 1 ; // Shift in a »zero« bit
        IR_b[IR_active]=0;
        ir_loccount++ ; // Count number of received bits
        ir_0 = ( ir_0 * 3 + intval ) / 4 ; // Compute average duration of a short pulse
    }
    else if ( ( intval > 1100 ) && ( intval < 2200 ) ) // Long pulse?
    {
        ir_locvalue = ( ir_locvalue << 1 ) | 1 ; // Shift in a »one« bit
        IR_b[IR_active]=1;
        ir_loccount++ ; // Count number of received bits
        ir_1 = ( ir_1 * 3 + intval ) / 4 ; // Compute average duration of a short pulse
    }
    else if(intval>10000) // sync pulse
    {
        if((ir_loccount>=40)){
            ir_value=ir_locvalue&0xFFFF;
            if(!ir_value)ir_value=0x10000; // Enable reception of IR code 0
            ir_locvalue = 0;ir_loccount = 0;ir_dummy = 0;
        }
    } else {
        ir_dummy++;ir_value=0;ir_locvalue=0;ir_loccount=0;
    }
    IR_active++; // Count IR ISR activations
}
```

Slika 3: Testiranje modela ojačevalnega vezja v Microchip MPLAB Mindi

zabavne elektronike so že pred leti zgradili IR sprejemnike v enem čipu, ki sprejeto IR svetlobo pretvorijo v digitalni signal, naša naloga pa je, da poskrbimo za njihovo napajanje in nape- tostno prilagoditev digitalnega signala ter napišemo ustrezen program. Slednjega lahko izluščimo in prilagodimo za PIC ali AVR mikrokontroler iz projekta spletnega radia, ki ga najdemo na spletnih straneh PC USB Projects (sites.google.com/site/pcusbprojects), glej program 1.

Kot vidimo, se vsa učenost skriva v dokaj enostavnem pre- kinitvenem podprogramu, ki se sproži vsakič, ko se vrednost izhoda iz IR sprejemnika spremeni. Slednje moramo upošte- vati tudi pri vzpostavitvi delovanja, ki nastavimo način pro- ženja prekinitvenega vektorja. Na to je v glavnem programu

zadnja sprejeta IR kora vedno na voljo v globalni spremen- ljivki ir_value.

Kako vemo, da smo sprejeli novo kodo z daljinskega upravljal- nika? Po izvedbi akcije (npr. prižiganje LED traka) v ir_value spremenljivko zapišemo vrednost 0. Nato v glavni programski zanki čakamo, dokler ir_value ne dobi vrednosti različne od 0. Slednja je naša nova koda z daljinskega upravljalnika.

Zgoraj prikazani prekinitveni podprogram deluje z veliko da- ljinskimi upravljalniki, vendar ne z vsemi, saj nekateri upo- rabljajo drugačen princip posredovanja kod, vsekakor pa lahko kode tipk tudi neposredno zajamemo v obliki meritev dolžin časovnih intervalov med nizkimi logičnimi vrednostmi



OSNOVNO



NAPREDNO

MIKROPIN - RAZVOJNO ORODJE

NAJCENEJŠE RAZVOJNO ORODJE:

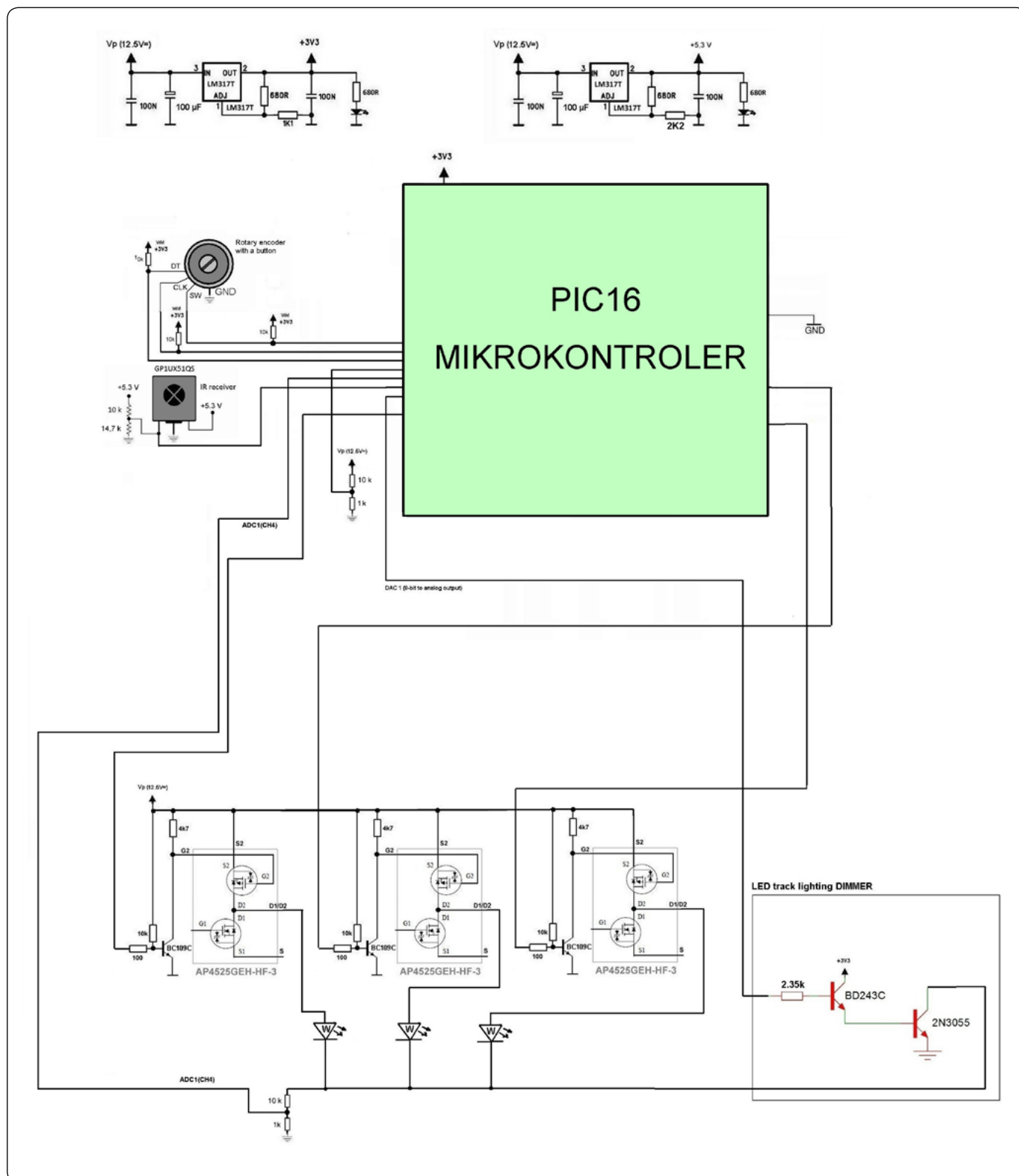
- NAMENJENO ZA ZAČETNIKE
- PREPROSTA IZVEDBA
- PREPROSTA SESTAVA

KODA:
5ELU0263
MIKROPIN
OSNOVNI:
19,00 EUR
z DDV

5ELU0265
MIKROPIN
NAPREDNI:
20,34 EUR
z DDV

MIKROPIN

WWW.SVET-EL.SI



Slika 4: Močnostni del LED krmilnika

in visokimi logičnimi vrednostmi digitalnega izhoda IR sprejemnika. Povejmo še, da različni IR sprejemniki in IR oddajniki uporabljajo tudi različne IR svetlobne spektre. Če ne dobimo odziva IR sprejemnika, čeprav vemo, da ima daljinski upravljalnik nove baterije in sicer odlično deluje, si lahko pomagamo s takim za drug svetlobni spekter. Vseeno je treba poudariti, da navadno zadošča manjše prilagajanje programske opreme – predvsem časovnih konstant.

Princip delovanja enosmernega krmilnika LED osvetlitve

Deklarirana napajalna napetost tračnih LED svetil je +12 V, zato od te napetosti ne smemo odstopati navzgor, medtem ko

jo lahko poljubno nižamo navzdol, s čemer zmanjšamo in po želji prilagodimo osvetlitev prostora. Ker pa NPN tranzistorji nimajo idealne prenosne karakteristike, tudi v povsem odprtem stanju za okoli 0,3 V znižajo napetost (in se temu primerno tudi segrevajo). To moramo upoštevati tudi pri napetostnem viru, pri katerem zato namesto 12 V zagotovimo med 12,5 V ali 13 V napetosti.

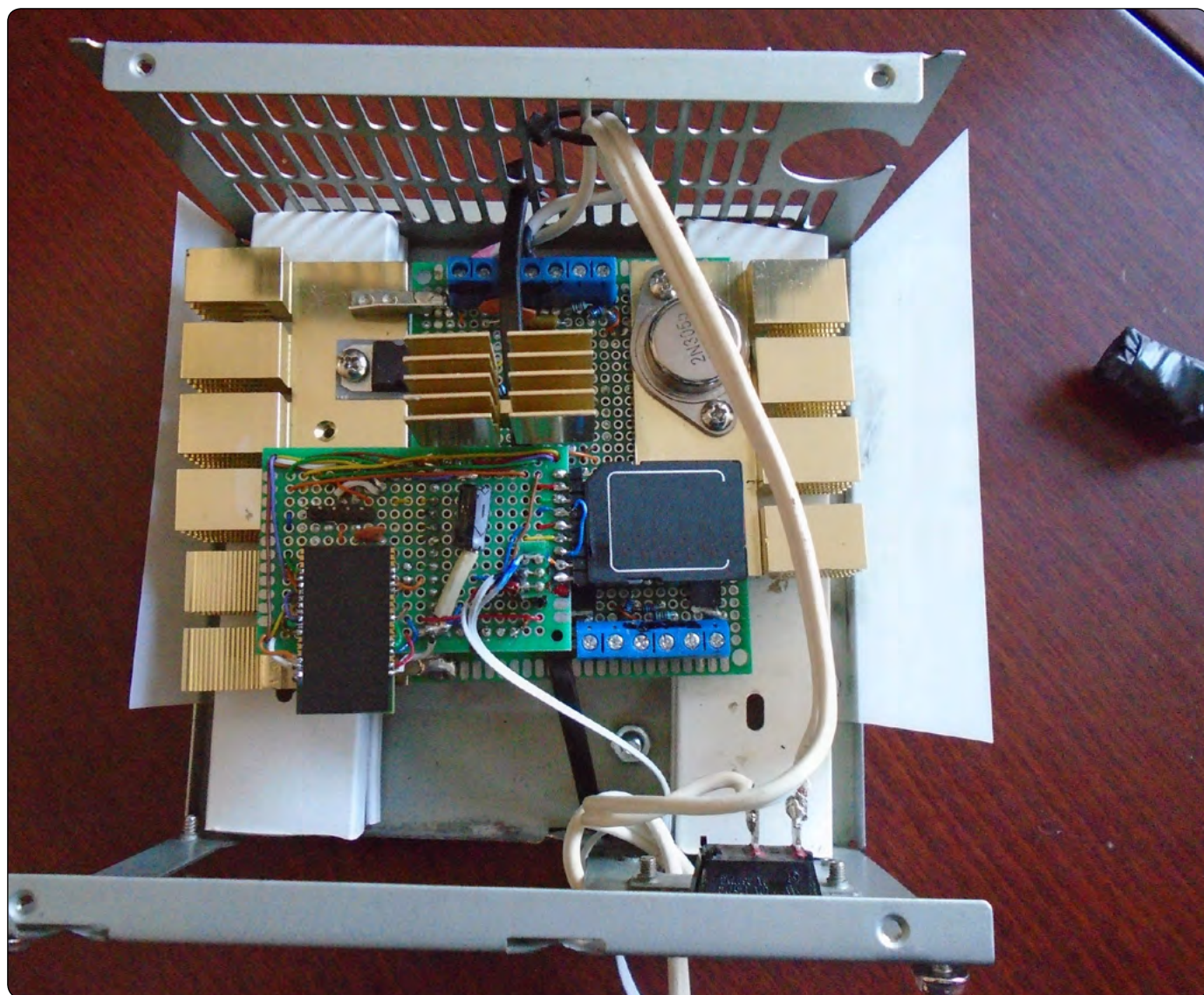
Natančno nastavitve napajalne napetosti nato zagotovimo z mikrokontrolerjem, ki pred D/A pretvornika upravlja zatemnjevalnik. Pri tem meri tako napajalno napetost napajalnega vira, kakor tudi napetost na kolektorju močnega NPN tranzistorja, s katerim uravnavamo tok skozi LED trakove.

V našem primeru imamo 3 LED trakove, ki jih lahko posamično vklaplamo in izklaplamo, kar posledično vpliva na upornost bremena, ki ga čuti močestni NPN tranzistor. Omenimo še, da je padec napetosti na P-MOSFET tranzistorjih zanemarljiv, saj imajo notranjo upornost le 42 mili Ohmov. Kljub temu moramo napajalno napetost prilagajati tako, da nikoli ne preseže 12 V ne glede na to, ali so vklopljeni 1, 2 ali vsi trije LED trakovi.

LED kalibracija ter hramba in uporaba izmerjenih vrednosti

Ker pa LED trakovi niso enako dolgi, imajo različno notranjo upornost, zato moramo pri uravnavanju napetosti upoštevati vse mogoče kombinacije, ki so v našem primeru {1}, {2}, {3}, {1, 2}, {1, 3}, {2, 3} in {1, 2, 3}. Za vsako od kombinacij moramo poznati učinek izhodne napetosti D/A pretvornika in posledično vrednost razlike napetosti napajalnika in napetosti na kolektorju NPN tranzistorja, ki je približno enaka napajalni napetosti LED trakov.

Ker karakteristika slednjega ni linearna, moramo pred začetkom izvesti kalibracijo. Slednja je potrebna tudi zato, ker bi imela sprotna regulacija napetosti lahko tudi neželene svetlobne učinke, se ji lahko izognemo z izvedbo kalibracije LED osvetlitve za vse mogoče nastavitve, pri kateri mikrokontroler ustvari tabelo vrednosti napajalnih napetosti pri celotnem razponu D/A pretvornika in vseh mogočih kombinacijah vklopa LED trakov.



Slika 5: Krmilnik LED osvetlitve med vgradnjo v ohišje odsluženega PC napajalnika

Ko imamo v pomnilniku mikrokontrolerja izdelano tabelo napetosti LED osvetlitve glede na vse mogoče kombinacije vklopa LED trakov, natančno vemo, katera nastavitve D/A pretvornika pri izbrani kombinaciji vklopa LED trakov zagotovi željeno raven njihove svetilnosti. Slednja je določena z napajalno napetostjo vklopljenih LED trakov, ki jo lahko preberemo iz tabele.

Kaj pa, ko LED krmilnik izklopimo iz električnega napajanja? Če tabele ne shranimo v trajni pomnilnik (flash RAM, SD kartico, ipd.) mikrokontrolerja, bo ob vsakem vklopu potrebna ponovna kalibracija. Izognemo se ji lahko tudi tako, da je LED krmilnik ves čas vklopljen (celo noč in ves dan - tudi ko ne potrebujemo luči), LED trakove pa upravljamo samo z daljincem. Obenem lahko zidna stikala predelamo tako, da z njimi ne vklapljammo luči, temveč delujejo na nizko napetost in z njimi zgolj posredujemo zahteve LED krmilniku.

Druga možnost, je shranjevanje tabele izmerjenih vrednosti v trajni pomnilnik po vsaki kalibraciji, obenem lahko ob vsakokratni spremembi shranimo tudi trenutne nastavitve: podatke o tem, kateri LED trakovi so vklopljeni in nastavitve zatemnilnika. Tako bo lahko LED krmilnik po ponovnem priklopu napajanja vzpostavil stanje pred izklopom, pri čemer bomo počakali le toliko, da se zažene in prebere program in podatke iz trajnega pomnilnika. Slednje je lahko neopazno, ali pa vzame kako sekundo ali dve, odvisno od kompleksnosti programske opreme.

Prav pri slednjem se 8-bitni PIC in AVR mikrokontrolerji navadno dobro izkažejo, saj lahko do podatkov v Flash RAM-u dostopajo tudi neposredno, zato jih ob njihovem zagonu ni treba kopirati, kot na primer pri ESP8266 in ESP32 moduli z mikrokontrolerji brez vgrajenega Flash RAM-a in ugnezdene programske opreme na zunanjem čipu. A pozor! Za shranjevanje podatkov neposredno v trajni pomnilnik mikrokontrolerja in branje iz njega, potrebujemo kar precej programskega pomnilnika in nam ga tako manj ostane za programsko kodo. Pri prej omenjenih moduli z zajetnimi pomnilniki nekaj kB za kalibracijsko tabelo ni problem, pri enostavnih mikrokontrolerjih pa to lahko predstavlja zajeten del pomnilnika. K sreči za upravljanje LED in zajem kode z IR sprejemnika ne potrebujemo zelo veliko programske kode.

Shraniti v datoteko ali neposredno v pomnilnik?

Ne moremo trditi, da ima trajno shranjevanje kalibracijskih podatkov in nastavitve LED krmilnika v datoteko na SD kartici kakšne prednosti, prej slabosti, razen morda v Arduino razvojnem okolju, ki je omogoča hitrejšo protipiranje. Saj se tudi v Arduino lahko shrani nastavitve v Flash RAM čipa, a zagon nalagalnika programske kode in glavnega programa vseeno zahtevata svoj čas. Branje z SD kartice je nato sorazmerno zelo hitro. Kakorkoli, pri ESP32 je pač zakasnitev okoli 2 sekundi pa naj se zdi to malo ali veliko. Stari dobri 8-bitni mikrokontrolerji zaženejo ugnezdene programske kodo veliko hitreje. Enako velja tudi za 16-bitne in 32-bitne, ko je njihova ugnezdene programske koda enostavna, brez velikih programskih knjižnic in operacijskih sistemov. Vendar to pomeni veliko zahtevnejše programersko delo in veliko posvečanja detajlom.

Denimo, ob zagonu mikrokontrolerja v LED krmilniku ni pomembno, da najprej zaženemo vso vgrajeno periferijo, ki jo bomo kasneje seveda potrebovali, kot so moduli: ADC, SPI, USB, serijski vmesnik ali celo zunanji Winc1510 Wi-Fi vmesnik. V prvem koraku moramo le na hitro usposobiti DAC, prebrati shranjene nastavitve, pripraviti ustrezne V/I priključke za delovanje in nato implementirati shranjene nastavitve s pomočjo kalibracijske tabele v Flash RAM-u. Pri PIC-ih je branje iz Flash RAM-a neposredno, prek notranjega vzporednega vodila v mikrokontrolerju, zato ni potrebno ničesar kopirati. Ko vse omenjeno naredimo, imamo kako sekundo časa, da za delovanja usposobimo tudi ostale potrebne funkcijske enote in omogočimo daljinsko upravljanje. Dodajmo še, da se uporaba SD kartice pri 8-bitnikih skoraj ne izplača, razen če želimo, da LED krmilnik opravlja še kako drugo funkcijo, kot je denimo vremenska postaja z Wi-Fi vmesnikom...

Načrtovanje hlajenja

Microchip Mindi 8.5 je odlično simulacijsko orodje, pri katerem si lahko pomagamo pri načrtovanju analognega dela digitalno krmiljenih vezij. Preden za to ali ono funkcijo uporabimo določen tranzistor, operacijski ojačevalnik, napetostni regulator ali drug element, je pomembno da vsaj približno predvidimo njegovo segrevanje pri različnih režimih delovanja in mu po potrebi zagotovimo ustrezno hlajenje.

Mindi omogoča ne le risanje analognih elektronskih vezij, temveč tudi njihovo virtualno testiranje in izris prenosnih karakteristik. Denimo, če poznamo razpon krmilnih vrednosti DAC, lahko te simuliramo na vhodu ojačevalnega vezja in nato na prenosni karakteristiki iz padca napetosti in na posameznem elementu in toka, ki teče skozenj, izračunamo njegovo segrevanje. Gotovo ne moremo uporabiti LM317 regulatorja brez hladilnika, če je tok skozenj 500 mA in ima padec napetosti 6 V, saj to pomeni 3 W izgubne moči, ki je njegovo ohišje (npr. TO-220) brez pritrditve na bakren ali aluminijast hladilnik ne more dovolj hitro odvajati.

<SLIKA 5>

Ker sem imel pri roki star pokvarjen napajalnik za PC, z vgrajenima aluminijastima hladilnima rebroma za kopico preklopnih elementov, ki ju je hladil ventilator, mi ju je bilo najenostavneje in najhitreje izkopati in vgraditi v moje vezje. Naj dodam, da je prav prišlo tudi nekaj izolacijskih elementov, s pomočjo katerih preprečimo električni stik, hkrati pa ohranimo toplotno prevodnost. Zato lahko na isto hladilno rebro »obesimo« več elementov. No, sam sem na isto hladilno rebro vgradil zgolj dva LM317T regulatorja, enega za 3,3 V, drugega pa za 5,3 V.

Regulacija napetosti iz 12,5 V na 3,3 V ni kar tako, saj je potrebno napajati tako mikrokontroler kot tudi BD243C tranzistor, ki odpira močnostni 2N3055 tranzistor. Če bi BD243C prek upora vezal na 12 V, bi bil padec na njem pri odprtem tranzistorju in okoli 200 mA toka, s katerimi odpremo 2N3055 okoli 9 V, kar je skoraj 1,8 W. Zato je enostavneje uporabiti kar napetost 3,3 V iz LM317T, ki že tako ali tako ima hladilno rebro. Skratka, vsi močnostni elementi so dobili hladilna rebra, čeprav morda nekoliko predimenzionirana.

Barvni LED trakovi

Krmiljenje barvnih LED trakov je podobno krmiljenju belih, le da lahko s pomočjo uravnavanja svetlosti rdečih (R), zelenih (G) in modrih (B) kanalov skoraj poljubno izberemo tudi barvo svetlobe. Zato ima barvni LED trak navadno 4 priključke, v mojem primeru za +12 V ter po enega za vsak kanal (R, G in B).

Barvo svetlobe in njeno svetlost določamo z uravnavanjem toka skozi LED kanale. Če napajamo samo en kanal, je svetloba rdeče, zelene ali modre barve, sicer pa je njena barva odvisna od izbire razmerja napetosti na kanalih. Intenziteto svetlobe določimo z množenjem vrednosti napetosti na kanalih z enakim faktorjem, dokler eden od kanalov ne doseže minimalne ali maksimalne vrednosti.



Slika 6: Krmilnik LED osvetlitve v ohišju

Denimo, če kanale R, G in B vežemo na maso, priključek za napajanje pa na 12 V, LED trak sveti z največjo intenzivnostjo. Barve in barvne nianse dobimo tako, da tok skozi vsakega od kanalov reguliramo z NPN ali n-MOSFET tranzistorjem. Splača se uporabiti nekoliko natančnejše DAC kot pri belih LED (npr. 12-bitne) - po enega za vsak kanal, pri katerih uravnavamo zgolj svetlost. Namesto tega lahko uporabimo tudi PWM, le da moramo izbrati dovolj visoko osnovno frekvenco in dodati kondenzatorje za glajenje napetosti na LED.

A takoj dodajmo, da so v praksi barvni LED trakovi pri največji napajalni napetosti (12 V) na vseh treh kanalih (R, G in B) nekoliko manj svetli od belih in imajo obenem tudi nekoliko slabši izkoristek električne energije.

Prihodnjič

Novi 8-bitni mikrokontrolerji imajo poleg naprednih ADC in DAC še veliko drugih novosti, kot sta CWG modul, ki omogoča ustvarjanje komplementarnih krmilnih signalov, in ZCD modul, ki samodejno zazna prehod signala čez vrednost napetosti 0 V, kar pride še posebej prav pri natančnem merjenju signalov. O teh in drugih novostih več prihodnjič.

Več lahko preberete na spletni strani PC USB Projects:

- <https://sites.google.com/site/pcusbprojects>



<https://svet-el.si>

Električni pastir

Pašni aparat majhne in srednje moči.
Za domače živali (psi, mačke) ali
za večje živali (ovce, koze, konje)
Možen dokup tudi različnih dodatkov



Kode:
5ELU0056, 5ELU0059,...

<https://svet-el.si>



Programirajmo s Scratch GPIO4

Avtor: Bojan Kovač

Raspberry PI (RPI) je majhen in priročen, vendar čisto pravi računalnik. Kar težko je verjeti, da je bilo mogoče na tako majhno ploščico tiskanega vezja (85 x 55 mm) vgraditi prav vse, kar računalnik potrebuje za svoje delovanje. Osnova operacijskega sistema je Linux in vse njegove izpeljanke so prirejene tudi za delovanje na RPI. Najprimernejši je Raspbian, izpeljanka Debiana, odvisno od naših potreb pa lahko naložimo tudi operacijske sisteme na primer Pidora remix ali RaspBMC.

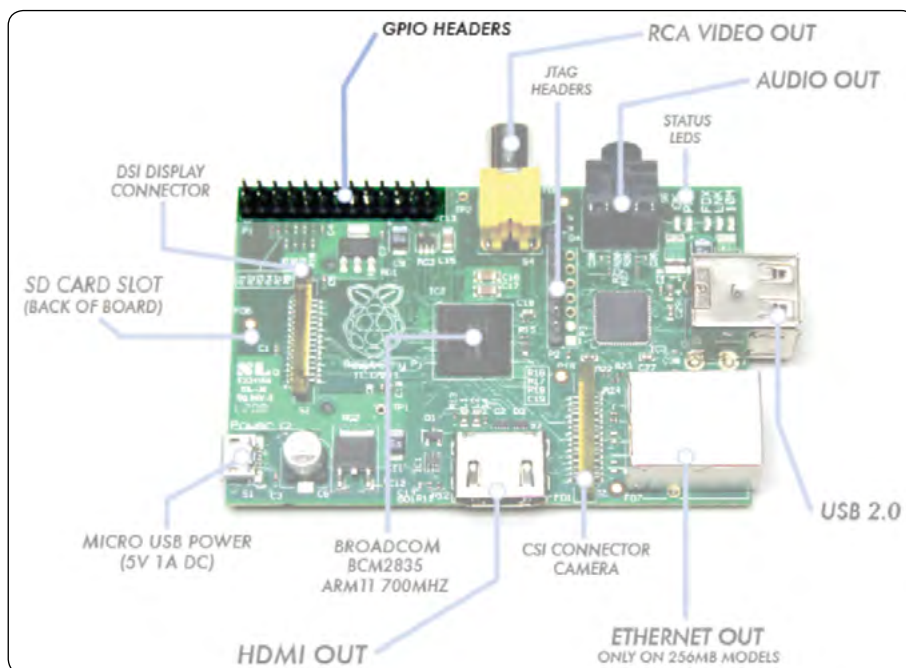
Na RPI imamo tudi možnost priključitve vhodno-izhodnih funkcij, posamezni priključki so vhodi, drugi izhodi, na razpolago pa imamo tudi serijsko komunikacijo prek UART-a in prek USB vodila. RPI se skratka lahko poveže z našo aplikacijo na različne načine in z njo komunicira. Sam zase lahko deluje kot krmilnik, lahko pa je tudi le vgrajen sistem, ki deluje kot vhodno-izhodna enota nekega večjega sistema, s čimer ga razbremenimo na primer prikazovanja na ekranu ali zajemanja vnosa s tipkovnice. Omeniti velja, da z njim uporabljamo običajne USB naprave, spominske ključke, miške in tipkovnice, ki jih je vsepovsod dovolj in jih lahko najdemo tudi s cenami pod 10 EUR.

Podrobno in nekoliko bolj profesionalno obvladovanje periferije je v svojih člankih opisal kolega Simon Fabčič, jaz pa bi temu dodal le še preprosto upravljanje z digitalnimi vhodi in izhodi prek priljubljenega grafičnega programskega »jezika« Scratch, kjer lahko vizualno, z grafičnimi simboli ustvarimo programe in jih v tem okolju tudi preizkusimo. Namen tega programa je bil od vsega začetka vzbuditi željo po ustvarjanju, prikazati programiranje kot zanimivo izkušnjo in del igre ter osvojiti način razmišljanja, ki ga potrebujemo za programiranje. Vse je prepuščeno nam in našim zmožnostim: začetniki bodo začeli s preprostejšimi primeri, naprednejše pa bo želja po nekem bolj dovršenem izdelku najbrž zapeljala v zelo zapletena prepletanja množice podprogramov.

Strojna oprema

Elektroniku je zelo pomembno, da ima na razpolago priključke, prek katerih njegov program komunicira z zunanjim svetom. Avtorji strojne opreme RPI so to očitno vedeli (najbrž lastne izkušnje..!) in pripravili razširitevni konektor s 26 priključki, prek katerega imamo do procesnega jedra dostop z zunanjega sveta, programska oprema pa skrbi za to, da se v odvisnosti od

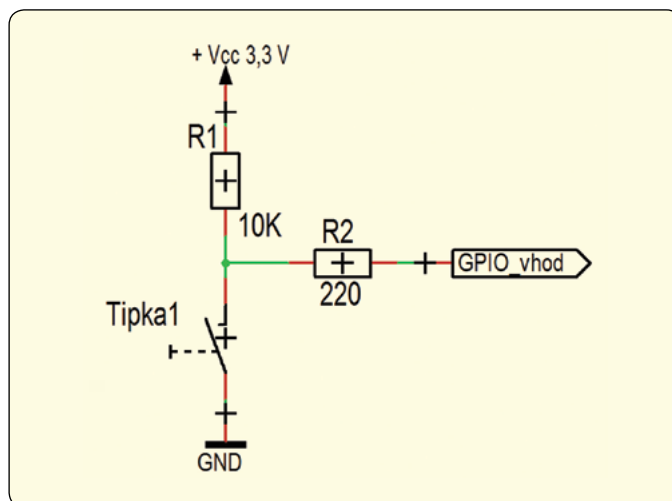
Vgrajeni mikrokontroler pa je izjemno občutljiv in že na začetku moram poudariti, da je treba vhode in izhode, ki so dostopni na tem konektorju, uporabljati »po pameti« in jih čim bolj zaščititi, saj vodijo neposredno na mikrokontroler, katerega lahko celo najmanjša neprevidnost v najslabšem primeru tudi uniči.



Slika 1: Raspberry PI ploščica z GPIO konektorjem

procesnih parametrov rezultati lahko odražajo tudi na izhodnih priključkih tega konektorja.

Za vhode RPI je značilno, da »lebdijo« v zraku in sami po sebi nimajo nekega določenega logičnega nivoja, zato jim »osnovni« nivo zagotovimo prek (šibkega) pull-up ali pull-down upora,



Slika 2: Zaščita GPIO vhodnega priključka

recimo 10 k Ω . S tem zagotovimo začetni logični nivo vhoda, tudi če nanj nismo ničesar priključili. Pomembno je, da jih na priključke povezujemo prek zaščitnih uporov in ne neposredno na napajanje (GND ali Vcc). Potem z vhodnim serijskim uporom zagotovimo, da v nobenem primeru ne bo mogel teči večji tok, kot ga zmorejo dati posamezni izhodi RPi (največ 16 mA). Pri napajanju s 3,3 V je to 206 Ω ali prva naslednja standardna vrednost 220 Ω . Zakaj moramo biti tako previdni?

Recimo, da tipko povežemo zaporedno s pull-up uporom proti masi. Če jo pritisnemo, bomo na vhodu GPIO priključka lahko prebrali nizek logični nivo, sicer pa bo zaradi pull-up upora visok.

Če bi v programu nastavili nek, sicer vhodni priključek, da bi deloval kot izhodni (kar lahko naredimo že z zelo preprostim ukazom), bi v primeru, ko bi bila tipka pritisnjena in bi istočasno postavili izhodni priključek v stanje z visokim logičnim nivojem (Vcc), povzročili kratek stik med Vcc napajanjem (katerega vir je v notranjosti mikrokontrolerja) in maso (GND), kar bi v trenutku uničilo vsaj izhodni priključek, najverjetneje pa celotna V/I vrata ali celo sam mikrokontroler. Če pa z zaščitnim serijskim uporom (v shemi na sliki 2 je označen z R2) morebitni izhodni tok omejimo, se to ne more zgoditi.

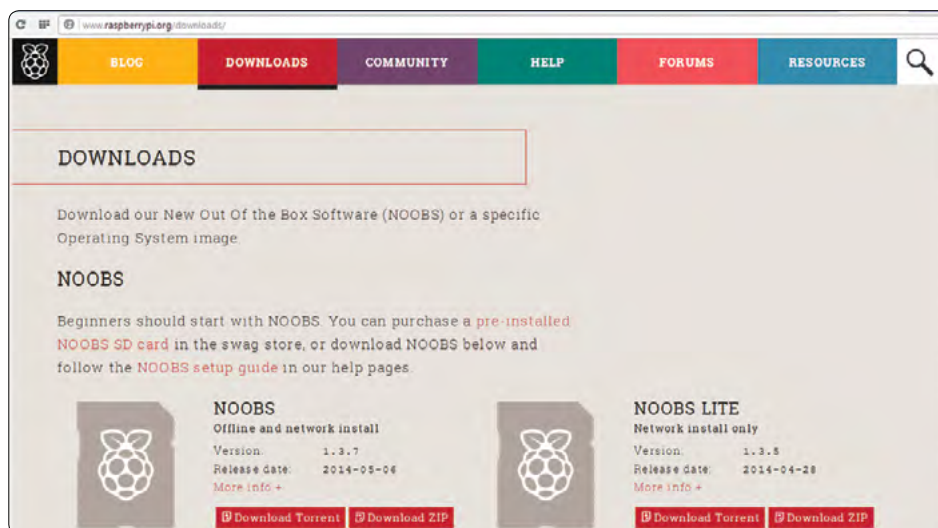
Pri izhodih RPi, ki so dostopni na GPIO konektorju je pomembno tudi to, da poleg omejitve izhodnega toka na izhodnih priključkih preprečimo tudi inverzno napetost na posameznem priključku, ki prav tako lahko povzroči nepopravljivo škodo. Sicer pa je vse naštet tako že »klasika« načrtovanja elektronskih vezij s polprevodniki, ki jo moramo imeti vedno v mislih, ko priključujemo nanje naprave »zunanjega sveta«.

Ker je napajalna napetost 3,3 V, je na nobenem priključku ne smemo prekoračiti. Zagotoviti je treba, da logični nivoji ostanejo znotraj meja, ki jih dovoljuje vgrajeni mikrokontroler (ARM 11).

Najprimernejši način za zagotavljanje ustreznih nivojev je, da uporabimo kar napajalno napetost 3,3 V, ki je dostopna na razširitvenem konektorju RPi s 26 priključki in sicer na priključku 1 in 17. Pazimo, da te napetosti pomotoma ne zamenjamo z napajanjem + 5 V, ki sta na priključkih 2 in 4. Mase (GND) imamo prav tako na razpolago in sicer na priključkih 6, 9, 14, 20 in 25.

Operacijski sistem Raspbian

Na SD kartico sem naložil »svežo« različico



Slika 3: NOOBS poenostavi namestitev operacijskega sistema na RPi

slike diska z naloženim Raspbian OS, ki je za delovanje Scratcha najprimernejši. Dobite pa ga v paketu NOOBS (New Out Of the Box Software) na uradni spletni strani Raspberry PI.

V paketu je več različnih operacijskih sistemov, ki delujejo na RPi, med njimi pa izbiramo v uvodnem meniju, preden se začne prva namestitev.

Oddaljeno namizje XRDP

Navadil sem se delati v OS Windows, zato sem si na RPi takoj naložil program XRDP, prek katerega lahko do namizja RPi dostopam z oddaljene lokacije znotraj in tudi zunaj lokalnega omrežja. Podpira varno SSH povezavo in omogoča izbiro med tremi različnimi nivoji varnosti. Naložimo ga z ukazno vrstico v oknu LXTerminala:

```
sudo apt-get install xrdp
```

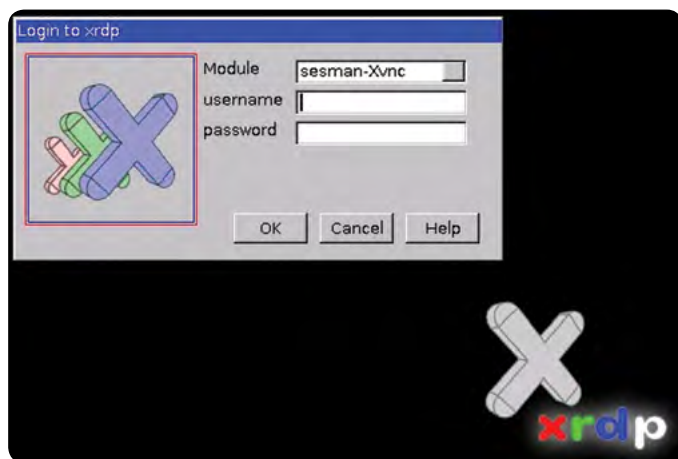
Vse se zgodi samodejno, po uspešni namestitvi pa se v oknu LXTerminala izpiše, glej sliko 4.

Od tega trenutka naprej se lahko povežemo z RPi prek oddaljenega računalnika, če poznamo IP številko, ki mu je bila dodeljena.

Udobnost programiranja prek oddaljenega namizja je v tem, da imamo v ozadju lahko vsa naša običajna opravila, kot je pošta, program za risanje shem, povezavo s spletom, urejamo lahko

```
[....] Generating xrdp RSA keys.....
Generating 512 bit rsa key...
ssl_gen_key_xrdp1 ok
saving to /etc/xrdp/rsakeys.ini
done (done).
[ ok ] Starting Remote Desktop Protocol server : xrdp sesman.
Processing triggers for menu ...
pi@raspberrypi ~$
```

Slika 4: Uspešna namestitev XRDP



Slika 5: XRDP okno za vpis uporabnika in gesla s katerim lahko vstopimo na namizje RPi

Wordov dokument in tabelo v Excelu. Vse to so orodja, ki jih pri delu vsakodnevno uporabljamo, smo jih plačali in v redu delujejo, zato se jim ne želimo odreči, ampak smo jim dodali tudi povezavo z RPi, ki s tem postane še bolj priročen: ne potrebujemo ne miške, ne tipkovnice, niti zaslona! Z mrežnim kablom ga priključimo na lokalno omrežje in že v dvajsetih sekundah lahko vstopimo na njegovo namizje.

Dodatek GPIO4 za Scratch

Namestili smo čisto "svežo" različico operacijskega sistema Raspbian, ki ima že v osnovi nameščen program Scratch, zato moramo zdaj namestiti le še dodatek GPIO4, ki bo omogočil delo z vhodi in izhodi. V okno LXTerminala bomo sedaj vpisali ukaz, s katerim si bomo s spleta naložili datoteko s skripto:

```
sudo wget http://goo.gl/dANpKr -O isgh4.sh
```

in potem še ukaz za zagon te datoteke, ki bo poskrbela za namestitev našega Scratch GPIO4 dodatka:

```
sudo bash isgh4.sh pi
```

Moje uporabniško ime je pi in pi na koncu ukaza pomeni, da bo program nameščen na mojem namizju. Če imate drugačno uporabniško ime, ga vpišete namesto pi. Potem ustavimo in ponovno zaženemo RPi.

Ko bo namestitev končana, se bosta na namizju pojavili dve novi sličici, ScratchGPIO4 in ScratchGPIO 4plus (slika 6). Slednja, PLUS različica omogoča zagon Scratch programa skupaj z izpopolnjenim modulom za naprednejšo uporabo vhodno-izhodnih priključkov, tudi povezavo s servo motorji. Uporabljali bomo različico ScratchGPIO4. Več o programu ScratchGPIO4 lahko najdete na spletni strani podjetja Cymplecy na <http://cymplecy.wordpress.com/scratchgpio/>,

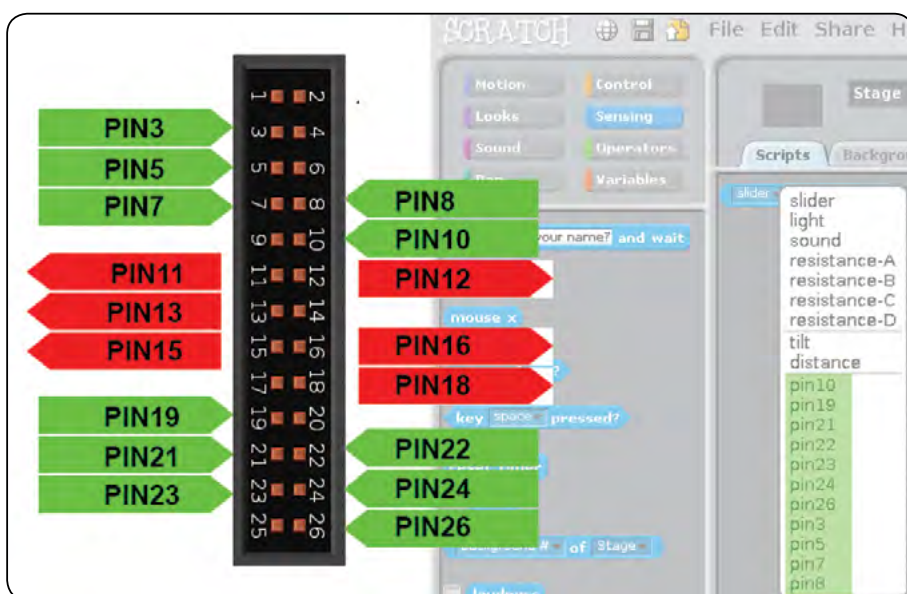


Slika 6: Namizje RPi z že nameščenima dodatkom GPIO4 in GPIO4plus

kjer boste našli tudi cel kup primerov aplikacij, ki so bile narejene s tem »jezikom«. Opozoriti vas moram, da programi delujejo le, ko jih naložimo in poženemo znotraj Scratch programa in da programa na nikakršen meni znan način ne moremo izvoziti v takšni obliki, ki bi omogočala, da bi ga lahko kasneje samostojno pognali vsaj v LXterminalu.

V marcu 2014 je RPi praznoval že svoj drugi rojstni dan (14. marec zapišemo lahko kot 3.14., kar je število Pi), vendar še do sedaj niso poenotili označevanja priključkov, ki so dostopni uporabniku na priključnih letvicah.

Avtorji Scratch različice GPIO4 so označevanje poenostavili tako, da naslavljammo številko priključka na konektorju in s tem morda nekoliko zmanjšal zmedo, ki sicer vlada v zvezi z označevanjem in imenovanjem posameznih priključkov.

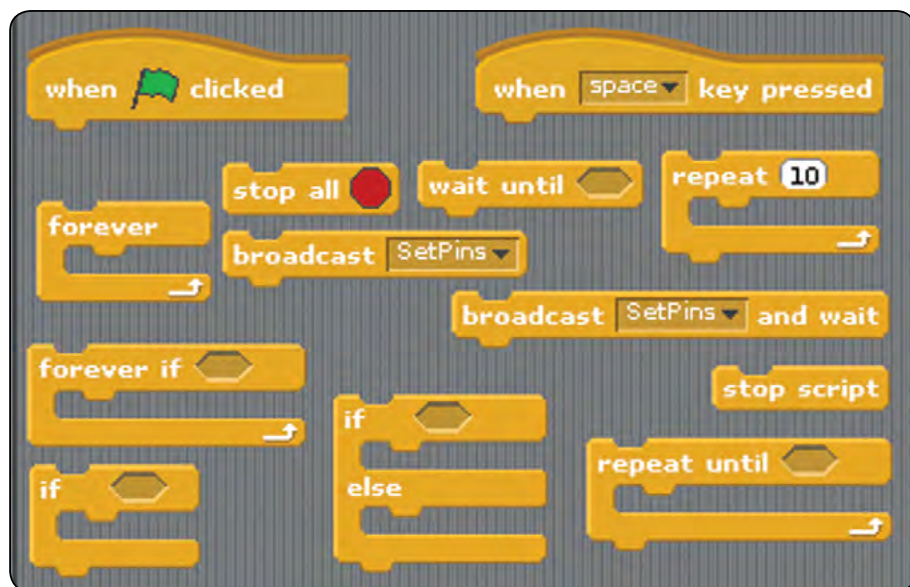


Slika 7: Vhodi in izhodi označeni na ScratchGPIO4 način

Kako so razporejeni vhodi in izhodi na GPIO konektorju RPi, prikazuje slika 7. Z rdečo barvo so označeni izhodi, z zeleno pa vhodi, kot so določeni v programu ScratchGPIO4 in jih kot senzorje najdemo na spisku vhodnih tipal. Žal lahko uporabljamo le tako določene vhode in izhode, čeprav obstaja ukaz, s katerim lahko oboje spremenimo – vendar meni ni uspelo »preurediti« vhodov tako, da bi popolnoma ustrezali naši razširitveni ploščici za RPi, ki smo jo imenovali iRadio za Raspberry PI. Izhodi so sicer v redu, pri vilih pa imamo od treh tipk samo zadnjo (SW3) povezano na GPIO priključek, ki so ga programerji dodatka iz podjetja Cymplecy določili kot vhod (GPIO21). »Ne pomaga nobena žavba!« Prav gotovo bi lahko pod drobnogled vzeli vse programe, ki so vezani na delovanje GPIO, vendar to ne vem kakšnega posebnega smisla nima! Končno je vse to le pomožni programček, ki je vezan na Scratch in najbrž bi lahko hitreje napisali svoj lastni program, ki bi opravljal enake naloge.



Slika 8: Glavne skupine gradnikov



Slika 9: Gradniki skupine za upravljanje programskega toka



Omejili se bomo torej na tri izhode, za LED1 (GPIO23), LED2 (GPIO19), in LED3 (GPIO7), ter na en sam vhod, SW3 (GPIO21).

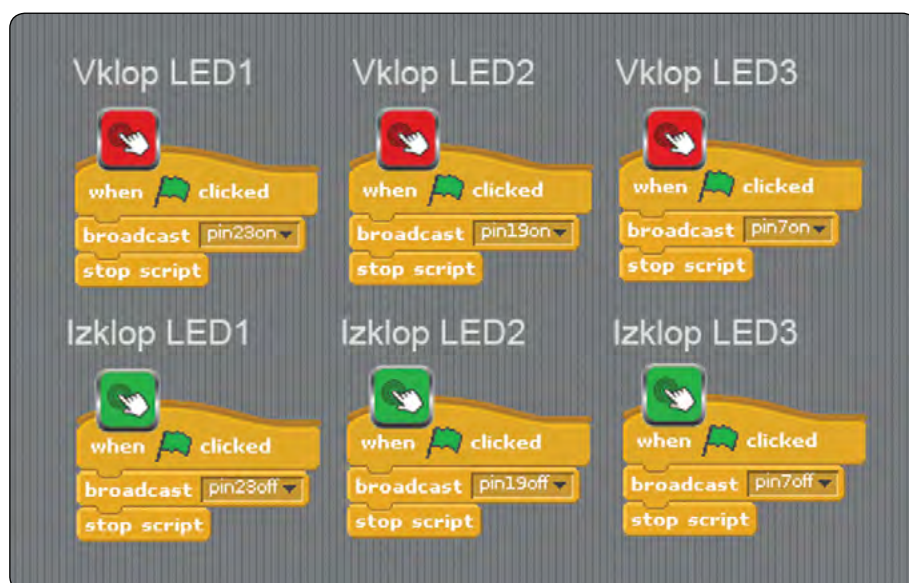
Osnovni gradniki programiranja v Scratchu

V programu ScratchGPIO4 bodo za nas pomembne le štiri glavne skupine gradnikov in sicer za upravljanje toka programa (Control), za zaznavanje (Sensing), za bloke z logičnimi in aritmetičnimi operacijami in operatorji (Operators) in spremenljivke (Variables). Ne bomo se spuščali globoko v vse podrobnosti in možnosti tega programa, saj je naš namen la preizkusiti delovanje GPIO in možnost povezave določenih priključkov s programom.

Na hitro bi opisal le Control skupino, katere gradnike bomo uporabljali v vsakem programu. Gre za gradnike, s katerimi program poženemo (ko kliknemo zeleno zastavico ali pritisnemo katero od tipk na tipkovnici, recimo presledek – space), gradnike za oblikovanje programskega zanka, v katerih se ponavlja izvajanje programa, ter nam najpomembnejši gradnik Broadcast, s katerim bomo upravljali s stanji na izhodih.

Svetujem vam, da se na začetku vsakega novega programa najprej »znebite« mačka, torej sličice, ki se vedno pojavi v oknu, ki predstavlja oder. Scratch je bil pač ustvarjen za mlade in njim je to najbrž »cool«!

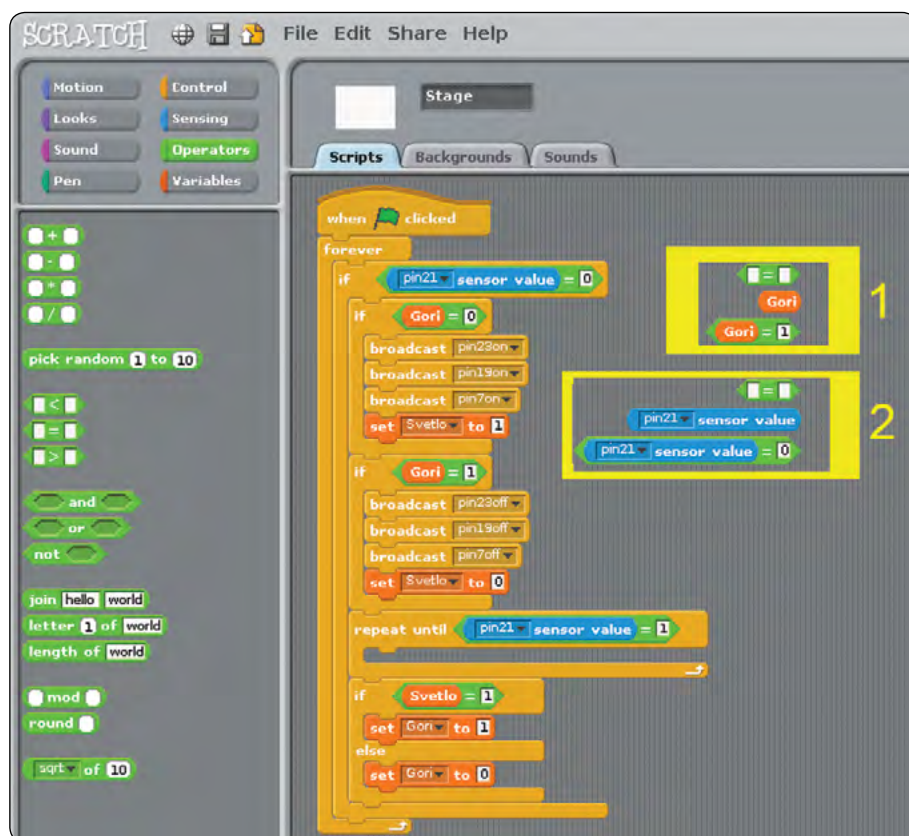
Mačka torej »povlečemo s scene« in ga odložimo v okno z gradniki, kjer bo v trenutku izginil...



Slika 10: Podprogrami, s katerimi neodvisno prižigamo in ugašamo tri LED diode

Program za vklop in izklop posameznih LED diod

Naš namen je na preprost način preizkusiti upravljati s priključenimi napravami glede na različne dogodke in zaznavanje. Najprej bomo naredili »programska stikala«, s katerimi bomo lahko neodvisno upravljali z našimi tremi LED diodami. Naredili bomo šest programčkov, tri za vklop in tri za izklop teh LED diod.



Slika 11: Program za branje tipke nam vklopi in izklopi vse LED s pritiskom na isto tipko.

Vsak posamezni programček se ob kliku na zeleno zastavico izvede samo enkrat, kar je lepo razvidno iz zadnjega ukaza Stop script. Sličice s tipkami in napise sem za boljšo predstavbo dodal kasneje v programu za obdelavo slik.

Branje tipke SW3

Sledi še kratek programček, s katerim lahko z eno tipko istočasno vklopimo ali izklopimo vse tri LED diode, ki jih imamo na razširitveni ploščici iRadio. Omenili smo že, da so tipke na naši razširitveni ploščici iRadio povezane tako, da je mogoče kot vhod brati le zadnjo tipko SW3, ker je povezana na vhod GPIO21, ki so ga tudi razvijalci programa GPIO4 določili kot vhodni priključek.

Najbrž ste tudi že ugotovili, da so barve posameznih gradnikov odvisne od tega, kateri skupini pripadajo. Zelena barva označuje, da je gradnik iz skupine operatorjev in na programčku, s katerim beremo tipko, so kar nekajkrat uporabljeni. Na sliki 11 vidimo na skrajni desni strani meni z vsemi predstavniki »zelenih« skupaj. Na skrajni desni strani sem poskusil v treh korakih pojasniti, kako sem sestavil posamezno »IF« testiranje. Vse spremenljivke, ki jih v programu uporabljamo, moramo pred tem ustvariti tako, da jim preprosto damo imena. Poskusite, nič lažjega!

V prvem primeru razmišljamo takole:

»Naj se preveri, če je vrednost spremenljivke »Gori« enaka 1!«

V drugem primeru rečemo:

»Naj se preveri, če je tipka na priključku GPIO21 pritisnjena!«

To sta dva pogoja, ki morata biti izpolnjena, v IF stavku pa se sprašujemo, ali sta izpolnjena ali ne. Program razvijamo tako, da gradnike vlečemo iz knjižnice na levi strani in jih lepimo med sabo, kot bi bili magnetni. Na takšen način »programiranja« se kar hitro navadimo, prisiljeni pa smo prej nekoliko razmisliti, da se naloge že na začetku prav lotimo.

V tem programčku sem določil tudi dve spremenljivki, s katerima vplivam na pravilno izvajanje programa. To sta spremenljivki Gori in Svetlo. Spremenljivka Gori si nam zapomni zadnje stanje izhoda, ko smo postavili ali izbrisali izhod. Spremenljivka Svetlo je informacija, ali smo v zadnjem prehodu zanke kaj spreminjali ali ne. Če smo, spreminimo tudi vrednost spremenljivke Gori,



sicer ne naredimo nič. Uporaba druge spremenljivke je pomembna zato, ker spremenljivke Gori ne smemo spreminjati znotraj zanke, v kateri se z IF stavkom sprašujemo po njeni vrednosti, saj bi bil že v naslednjem IF stavku (v katerem se sprašujemo po njej) izpolnjen pogoj, da njeno vrednost spet spremenimo. V »prazni« zanki Repeat until... počakamo, da je tipka spuščena, s čimer preprečimo, da bi se luči izmenično prižigale in ugašale, dokler je tipka pritisnjena. Uporabnik mora pred naslednjim vklopom ali izklopom tipko vsaj za trenutek (v katerem beremo tipko) spustiti, drugače izvajanje programa ostane znotraj te zanke. Vidimo tudi, da pred tem izvedemo vse spremembe na izhodih, kar pomeni, da ta zanka

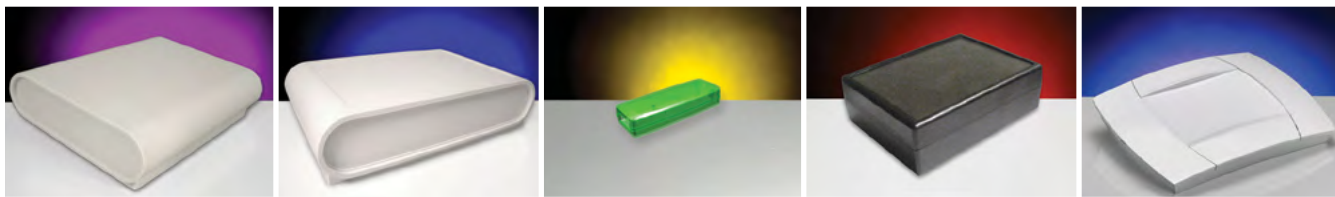
ne vpliva na hitrost izvajanja funkcije (vklop ali izklop se izvede točno v tistem trenutku, ko je pritisnjena tipka), ampak le preverja pogoj, ki smo ga postavili za nadaljevanje izvajanja programske zanke.

Zaključek

Program Scratch za »grafično« programiranje nam pomaga, da se programiranja naučimo hitreje in da pred začetkom dobro premislimo, kako se ga bomo lotili. Razmislek seveda ni nič slabega, saj nam vzbudi razmišljanje v smeri reševanja naloge in pomaga ustvariti dober koncept, ki je osnova za uspešno rešitev določene naloge. Potrebno je razčleniti delovanje in medsebojno odvisnost vhodov in izhodov, na drugi strani pa določiti metodo, s katero bomo to dosegli. Programi lahko na zunaj, z vidika uporabnika delujejo enako, vendar je mogoče popolnoma enak odziv doseči s povsem različnimi metodami. Tako lahko rečemo, da je metod toliko, kolikor je programerjev in da ni slabih rešitev, če je cilj dosežen. Seveda pa je mogoče vsako, še tako »dobro« programsko kodo optimizirati, s čimer dobimo krajši in bolj pregleden program, ki se tudi hitreje izvaja.

<https://svet-el.si>





PLASTIČNA OHIŠJA



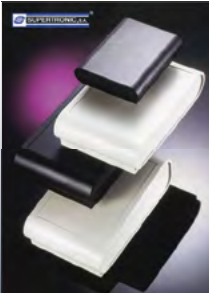
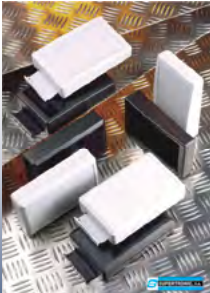







v Sloveniji zastopamo
proizvajalca ohišij



Enostavna elektronska vezja

(5) – minimalistični oscilatorji

Avtor: mag. Vladimir Mitrović

Potem, ko smo preučili nekaj "klasičnih" izvedb tranzistorjskih oscilatorjev, bomo v tej številki spoznali oscilatorje, ki jih je zelo lahko nastaviti in ki so sestavljeni iz zelo majhnega števila elektronskih komponent – od tod naslov "minimalistični oscilatorji".

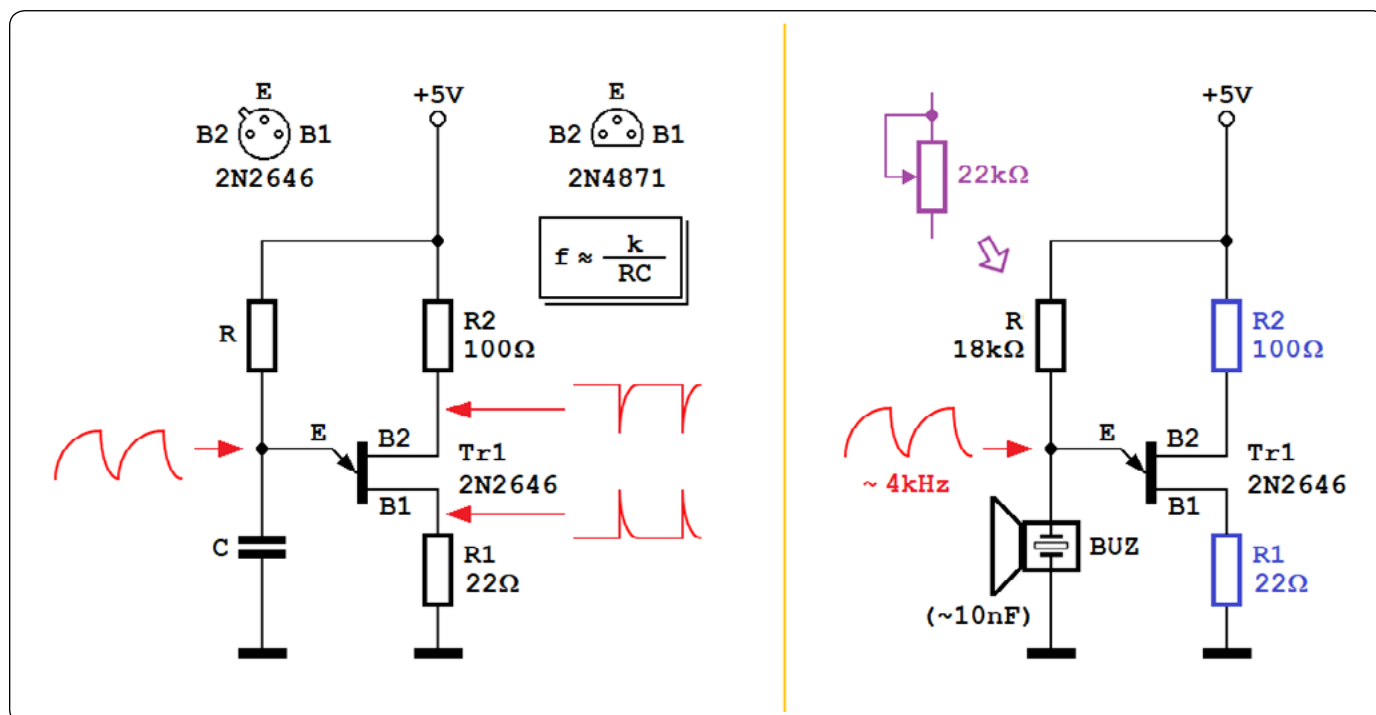
Oscilatorje bomo projektirali za pobudo pasivnega brenčaja, ki najbolj glasno piska v bližini svoje resonančne frekvence. Predpostavili bomo, da je to frekvenca okoli 4 kHz in bomo praktične izvedbe oscilatorja prilagodili prav tej frekvenci, vendar bodo opisani oscilatorji lepo delali znotraj celotnega audio področja in tudi širše.

Oscilator z enospojnim tranzistorjem

Ko omenimo besedo "tranzistor", najpogosteje pomislimo na "običajni" bipolarni tranzistor NPN ali PNP tipa, kot sta BC548 ali BC558 tranzistorja iz naših predhodnih projektov. Vendar obstajajo tudi druge izvedbe tranzistorjev, v tem projektu bomo spoznali eno od njih: enospojni (unijunction) tranzistor, UJT. Za razliko od bipolarnih tranzistorjev, ima enospojni tranzistor samo en PN spoj in po tem je bolj podoben polprevodni diodi kot tranzistorju ampak spet, kot "pravi" tranzistor, ima tri priključke: dve bazi (B1 in B2) in emitor (E). Z univerzalnim merilnim instrumentom bomo ugotovili, da med bazo obstaja ohmska upornost nekaj kΩ, medtem ko se spoj med emitorjem in vsake od baz obnaša kot polprevodna dioda.

S pomočjo enospojnih tranzistorjev lahko zelo enostavno konstruiramo oscilator. Če ga vežemo po shemi s slike 19, bo skozi UJT in skozi upora R1 in R2 stekel nek majhen tok, določen prvenstveno z upornostjo UJT-ja. Sočasno se bo preko upora R nabijal kondenzator C in na njemu bo napetost rastle. V trenutku ko napetost na kondenzatorju naraste do točke preklopa, bo UJT močno prevajal med emitorjem in bazo B1; kondenzator se bo zelo hitro izpraznil, na uporih R1 in R2 se bo pojavil kratkotrajni pozitivni, oziroma negativni impulz. Ko se kondenzator izprazni, tok, ki doteka preko upora R ne bo dovolj visok, da obdrži UJT v stanju prevajanja in kondenzator se bo ponovno pričel polniti in napetost na njemu bo zopet rastle. V tem procesu na kondenzatorju nastaja žagasta napetost, katere frekvenca se lahko približno določi po formuli s slike. Koeficient "k" v formuli je odvisen od parametrov UJT-a; za grobi izračun frekvence lahko računamo z vrednostjo okoli 0,8.

Shema na sliki 19 desno prikazuje konkretno izvedbo oscilatorja, projektiranega za pobudo pasivnega piskača. Piskač smo vezali namesto kondenzatorja C in tako izkoristili njegovo lastno kapacitivnost za nastanek oscilacija. Interesantno je opaziti, da "modra" upora R1 in R2 sploh nista pomembna za funkcioniranje vezja, zato ju lahko izpustite. Tako dobimo zares enostaven oscilator s samo tremi



Slika 19: Oscilator z enospojnim tranzistorjem.

komponentami! Če vežemo namesto upora R trimer 22 kΩ, bomo z njegovim pazljivim nastavljanjem v nekem trenutku "zadeli" resonančno frekvenco piskalca in takrat bo opazno glasneje zapiskal! Ta modifikacija je na shemi obarvana vijoličasto; v mojem primeru je resonančna frekvenca dosežena pri upornosti 17,5 kΩ.

Oscilator z integriranim vezjem TLC555

Shema na sliki 20 levo prikazuje oscilator z integriranim vezjem TLC555. V njemu se nahajata dva komparatorja, ki primerjata napetost na vseh 2 in 6 z napetostjo napajanja, in postavljata izhodni pin 3 v stanje 0 (= 0 V) ali v stanje 1 (= 5 V). Oscilacije nastajajo na sledeči način:

Dokler je na izhodnem pinu 5 V, se kondenzator C polni preko upora R in napetost na njemu raste. Ko ta napetost doseže 2/3 napetosti napajanja, komparatorja postavljata izhodni priključek na 0 V.

Dokler je na izhodnem pinu 0 V, se kondenzator C prazni preko upora R in se tudi napetost na njemu niža. Takoj ko se ta napetost zniža na 1/3 napetosti napajanja, komparatorja postavljata izhodni priključek na 5 V in spet se prične proces polnjenja kondenzatorja.

Tako na izhodnem priključku nastaja izmenična napetost pravokotne oblike, medtem, ko je je napetost na kondenzatorju trikotna. Frekvenca nastalih oscilacij se precej točno lahko določi s formulo s slike.

"Modra" kondenzatorja vplivata na stabilnost in točnost oscilatorja, se pa lahko v manj zahtevnih aplikacijah izpustita. To nas pripelje do sheme na desni polovici slike 20, na kateri TLC555

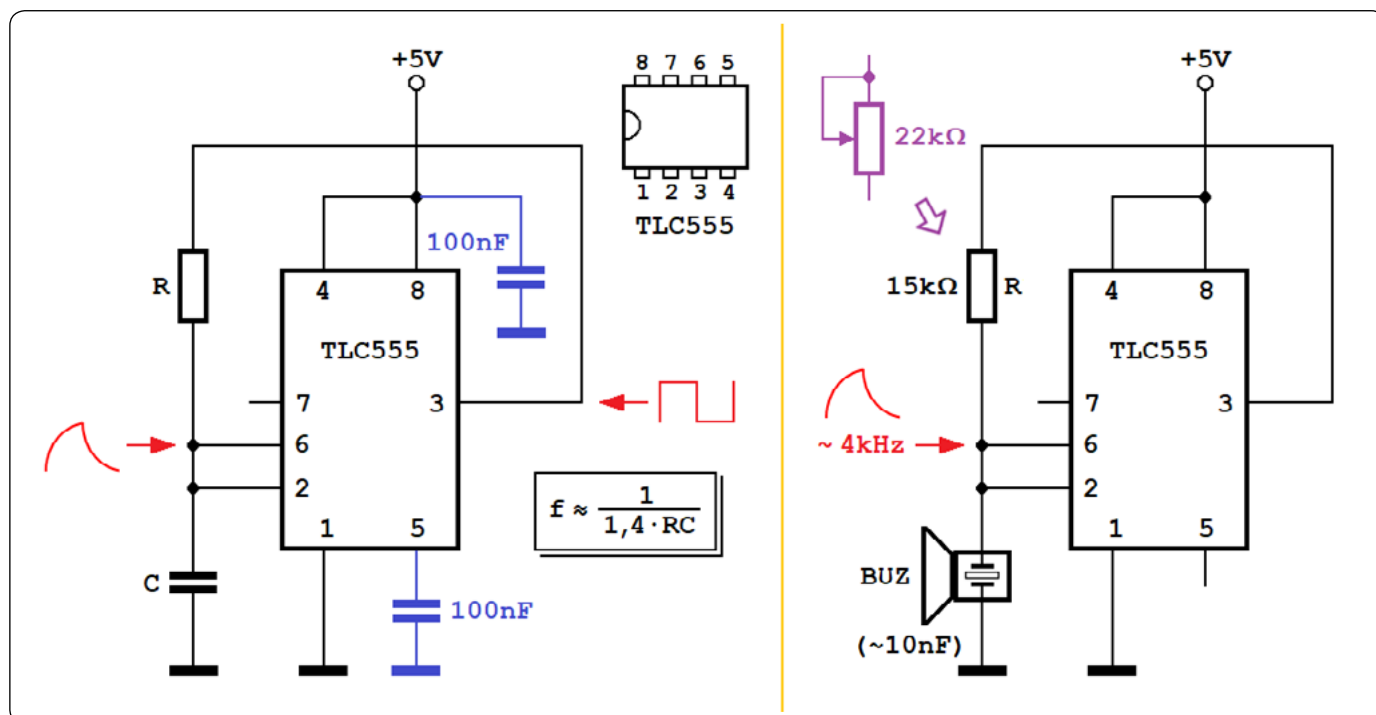
krmili pasivni brenčič. Ker je kapacitivnost brenčiča sestavni del oscilatorja, potrebujemo samo še en element - upor R - da bi dobili popolnoma uporaben oscilator. Kot tudi v preteklem primeru, fiksni upor R lahko zamenjamo s trimmerjem vrednosti 22 kΩ in z njegovo pomočjo nastavimo frekvenco oscilacij tako, da piskanje postane najglasnejše. Alternativno lahko piskalč vežemo na izhodni priključek 3, pri čemer bo piskanje precej glasnejše tudi če nismo točno zadeli resonančne frekvence. Seveda je v tem primeru med pina 2, 6 in maso potrebno postaviti kondenzator kapacitete 10 nF, da bi oscilator zaosciliral na frekvenci okoli 4 kHz.

Opomba: integrirano vezje v vezju po shemi na sliki 20 mora biti CMOS izvedbe (TLC555, GLC555, ICM7555, ...). Klasični, bipolarni 555 timer, kot LM555, ne bo dal ustreznih rezultatov.

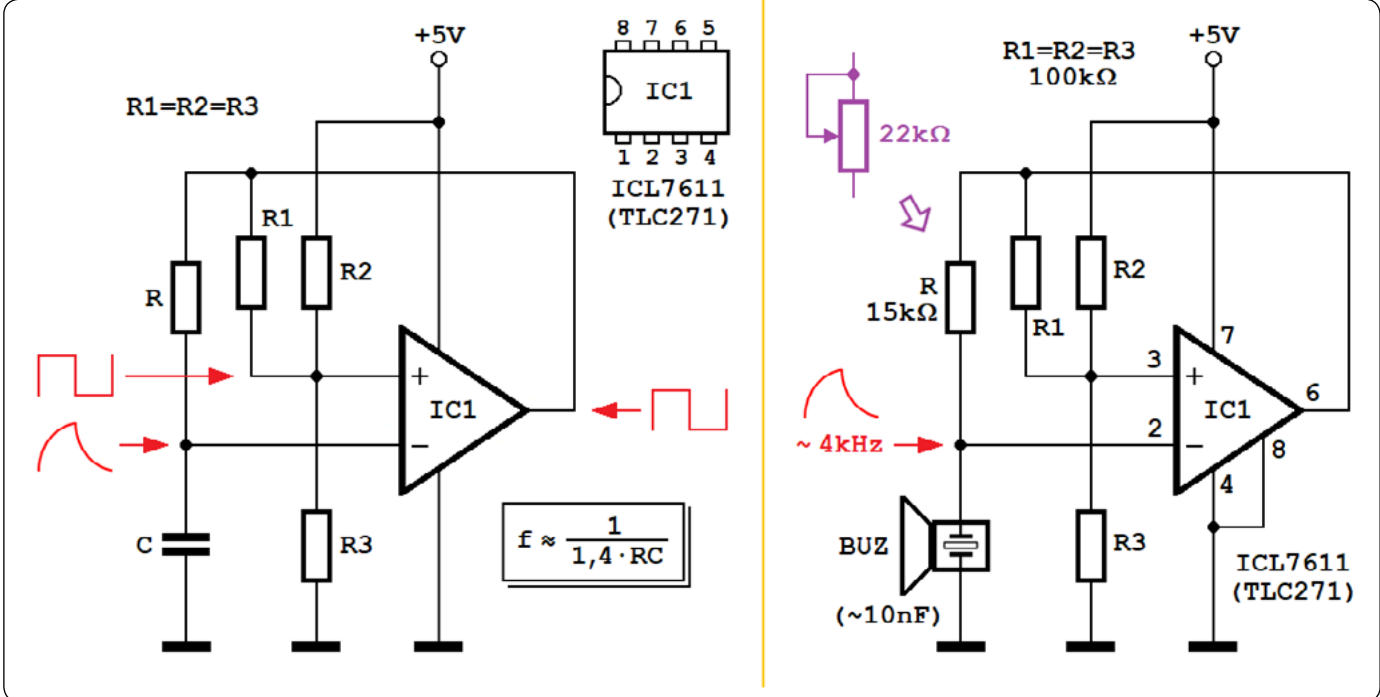
Oscilator z operacijskim ojačevalnikom

Oscilator, ki deluje na istem principu kot oscilator z integriranim timerjem TLC555, je lahko realizirati tudi s pomočjo operacijskega ojačevalnika (slika 21). Ker je operacijski ojačevalnik vezje za splošne namene, nima vgrajenih vseh komponent potrebnih za začetek oscilacij, zato jih bomo morali dodati od zunaj. Gre za upore R1, R2 in R3; če imajo te trije upori isto vrednost, prednapetost + vhoda operacijskega ojačevalnika, bo ali 1/3 napetosti napajanja (kadar je napetost izhodnega pina 0 V) ali 2/3 napetosti napajanja (kadar je napetost izhodnega priključka 5 V). Oscilacije nastajajo na naslednji način:

Dokler je izhodna napetost 5 V, prednapetost + vhoda znaša 2/3 napetosti napajanja, kondenzator C se polni preko upora R in napetost na njemu raste. Ko ta napetost doseže napetost na + vhodu, operacijski ojačevalnik postavlja izhodni priključek na 0 V.



Slika 20: Oscilator z integriranim vezjem TLC555.



Slika 21: Oscilator z operacijskim ojačevalnikom.

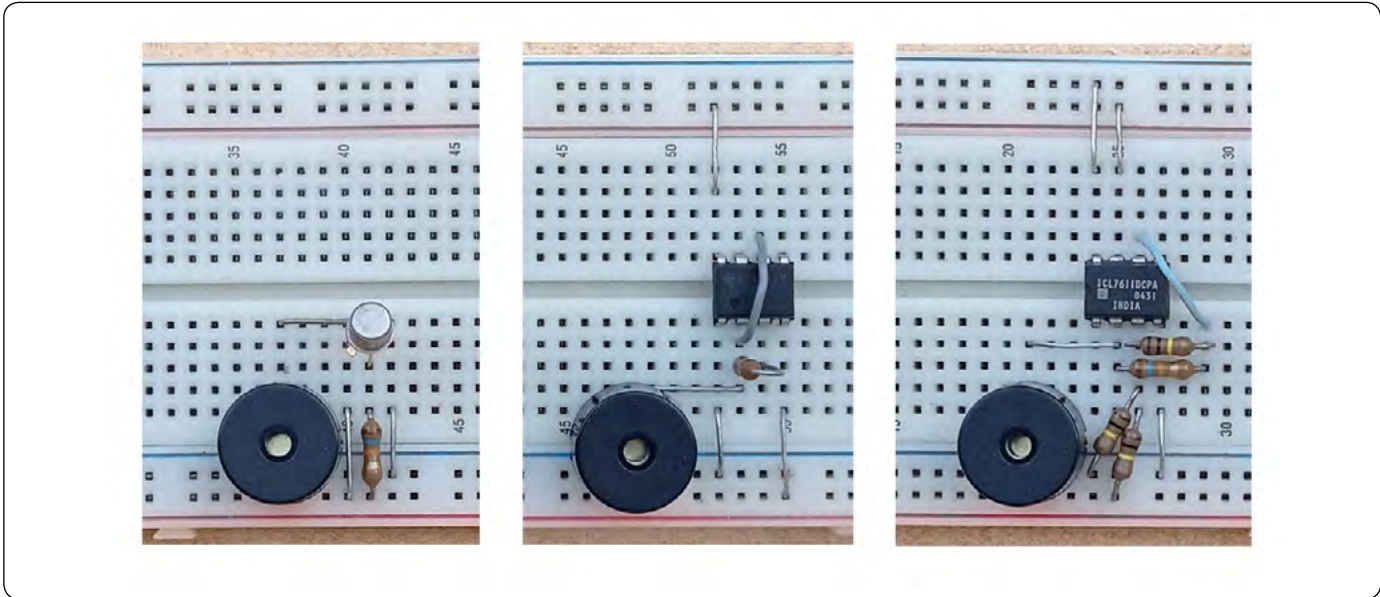
Dokler je izhodna napetost 0 V, prednapetost + vhoda znaša $1/3$ napetosti napajanja, kondenzator C se prazni preko upora R in napetost na njemu se niža. Čim se ta napetost zniža pod napetost na + vhodu, operacijski ojačevalnik postavlja izhodni priključek na 5 V, prednapetost + vhoda ponovno skoči do $2/3$ napetosti napajanja in proces polnjenja kondenzatorja se ponovno prične.

Shema praktične rešitve oscilatorja z operacijskim ojačevalnikom, ki krmili pasivni brenčač, je prikazana je na sliki 21 desno. Kapacitivnost brenčača je sestavni del oscilatorja. Če je signal na pinu 2 "slab", je potrebno "zadeti" resonančno frekvenco piskača. Zato je zaželeno da upor R zamenjamo s

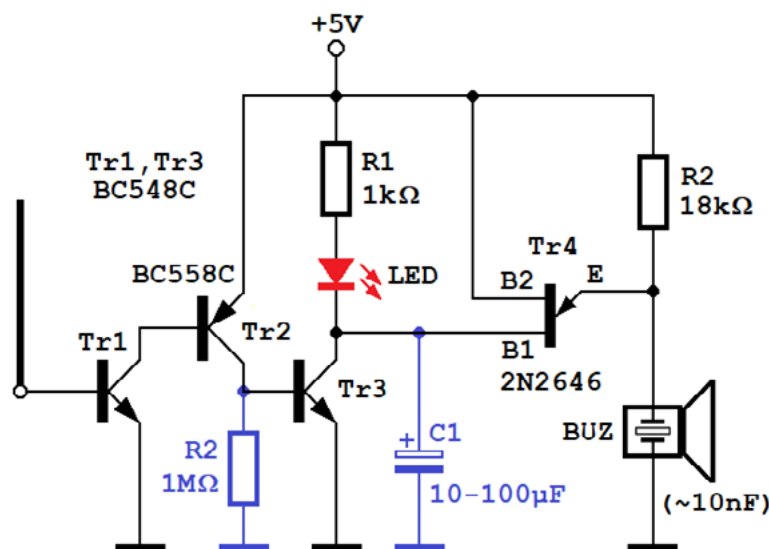
trimerjem upornosti $22\text{ k}\Omega$ in ga nastavljamo dokler piskanje ni najglasnejše.

Alternativno lahko piskač vežete na izhodni pin 6. V tem primeru bo piskanje dovolj glasno tudi če nismo točno zadeli resonančne frekvence. Da bi dosegli želeno frekvenco približno 4 kHz, je med pina 2 in maso potrebno postaviti kondenzator s kapacitivnostjo 10 nF.

Tukaj moramo poudariti, da vsak operacijski ojačevalnik ni uporaben v oscilatorju tega tipa, posebej pri napetosti napajanja 5 V. Osnovna zahteva je, da izhodna napetost lahko varira v razponu od 0 V do napetosti napajanja, in da je vhodna upornost



Slika 22: Oscilatorji z UJT tranzistorjem, integriranim timerjem TLC555 in z operacijskim ojačevalnikom ICL7611.



Slika 23: Detektor električnih vodnikov s svetlobno in zvočno indikacijo.

zelo velika. Danes je dostopnih več takšnih CMOS »rail-to-rail« operacijskih ojačevalnikov, vendar se večina proizvaja samo v SMD ohišjih. Za eksperimentiranje so precej bolj ugodna integrirana vezja v standardnem DIL ohišju in tukaj se izbira znatno zoži. Operacijski ojačevalnik, ki najbolj zadovoljuje postavljene pogoje je ICL7611, uporabljen je tudi TLC271 z nekaj manjšo amplitudo izhodne napetosti.

Detektor električnih vodnikov z zvočno indikacijo

Ob raziskovanju različnih izvedb oscilatorjev se je rodila ideja, da detektor električnih vodnikov, narejen po shemi na sliki 13, obogatimo z zvočno indikacijo. Vsak od oscilatorjev, ki smo jih spoznali, je primeren za ta namen. Mi bomo kot primer na detektor povezali oscilator z UJT tranzistorjem (slika 23).

Ko se antena, vezana na bazo tranzistorja Tr1 nahaja v bližini električnih vodnikov, bo tranzistor Tr3 pričel prevajati in

LED-ica bo zasvetila. Sočasno se bo tudi baza B1 spojila na maso in tudi oscilator z UJT tranzistorjem bo pričel delovati in iz brenčaja se bo zaslišalo piskanje. Brez kondenzatorja C1 je to piskanje prekinjeno in zveni kot brum s prizvokom visokih tonov. Če z osciloskopom pogledamo signal na kolektorju tranzistorja Tr3 bomo videli, da tranzistor ne prevaja trajno, ampak se na njemu pojavljajo ožji ali širši negativni impulzi frekvence 50 Hz. In LED-ica se vklaplja in izklaplja v istem ritmu, vendar to ni lahko opaziti; vendar oscilator se bo aktiviral samo takrat, ko je impulz prisoten in to tudi slišimo na opisani način.

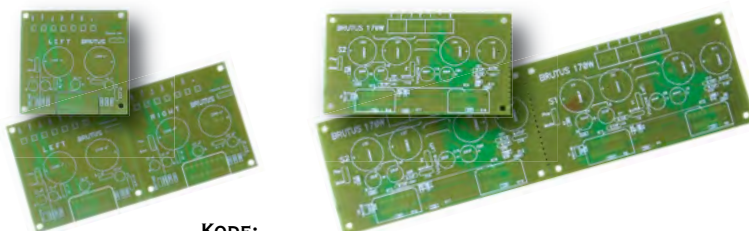
Če dodamo v vezje kondenzator C1, se bo zelo hitro izpraznil ko Tr3 prične prevajati, ampak bo potreboval nek kratek čas dokler se ponovno ne napolni: impulzi bodo postali širši, LED -ica bo močnejše svetila in piskalec bo glasneje piskal z manjšim prizvokom nizkih frekvenc. To poboljšanje je toliko bolj poudarjeno, če je večja kapacitivnost kondenzatorja C1. Vendar pa s tem ne velja pretiravati: s kapacitivnostmi nad 100 μF prihaja do "zadržanja", oziroma, vezje ostane kratkotrajno aktivno tudi ko pobude ni več.

<https://svet-el.si>

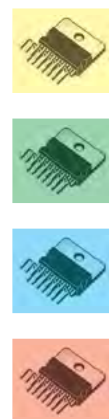


BRUTALNO DOBER OJAČEVALNIK!

**BRUTUS - DELUJE V MOSTIČNI VEZAVI,
KAR MU ZAGOTAVLJA VISOKO IZHODNO MOČ**



KODE:
5KIT0039, 5KIT0029, 5KIT0040, 5KIT0030



KAKO, KJE in KAJ potrebujem za naročilo?

- Naročilo je možno poslati po pošti (AX ELEKTRONIKA d.o.o., Depala vas 39, 1230 Domžale), po telefonu (**01 549 14 00**) ali e-pošti (prodaja04@svet-el.si). Naročeni material pošiljamo preko Pošte Slovenije.
- Garancija za gotove izdelke velja 12 mesecev (datum na računu), KIT kompleti nimajo garancije.
- Plačevanje je možno po povzetju (plačilo ob prevzemu), na obroke (2 obroka), po predračunu, kreditnimi karticami ali po vnaprej dogovorjenem plačilnem roku!
- Naročene izdelke pošljemo najkasneje v roku 48 urah od prejema naročila oziroma vam sporočimo predvideni rok dobave. Vračilo izdelkov je možno v osmih dneh po prevzemu. Kontaktna oseba za naročila in vprašanja je Nataša Stružnik.
- Katerikoli **brezplačni PDF letnik revije Svet elektronike** si lahko izbere vsak novi naročnik ali obstoječi naročnik, ki podaljša naročnino.
- Popust na vse stare letnike revije Svet elektronike** v PDF in v pisni obliki imajo vsi trenutni naročniki na revijo Svet elektronike.
- Pri obeh naročninah (pisni + internet) dobite **internet naročnino za 50% ceneje**.
- Konec leta vsak naročnik **prejme stenski planer**.

Naročnine na revijo Svet elektronike

- PRAVNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za pravne osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **49,50 EUR**. Plačilo po predračunu, katerega pošljemo po pošti.
- FIZIČNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za fizične osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **44,00 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti.
- ŠOLAJOČE SE OSEBE (1 leto, potrdilo o šolanju).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za šolajoče se osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij / avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **41,25 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti. Brez potrdila o šolanju se naročniku avtomatično pošlje naročnino z 20% popustom.
- INTERNET NAROČNIKI (1 leto, fizične ali pravne osebe).** Naročnina na internet revijo Svet elektronike. Naročnina velja eno leto (vpogled revije v PDF datoteki na www.svet-el.si). Cena naročnine znaša **23,09 EUR**. Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi svoj vse informacije glede naročnine.
- VSI NAROČNIKI (-50% popusta pri internetni naročnini 1 leto).** Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si željeno pisno naročnino in jo obkrožite skupaj z internet naročnino. Vsi pogoji ostanejo enaki, lahko si jih ogledate v zgornjih naročninah. Za vse ostale informacije smo vam na voljo na tel.: 01 549 14 00 ali e-naslov: prodaja04@svet-el.si.

Vse cene naročnin in izdelkov »podjetja AX, d.o.o.
in revije Svet elektronike« vsebujejo DDV.

Naročilnica za revijo Svet elektronike

podjetje / fizična oseba (ime in priimek)	
ulica / hišna številka / pošta / kraj	
davčna številka / zavezanec (da ali ne)	
telefon	e-pošta
podpis / žig	

Podarite naročnino ali darilni BON

- Obdarovanje svojih najbližjih je vsako leto težje. Imamo že toliko stvari, da ne vemo več kaj potrebujemo in kaj si v življenju res želimo, zato je obdarovanje včasih težko, ker ne vemo natančno kaj podariti. V uredništvu revije Svet elektronike smo za take primere pripravili nekaj novosti. Lahko podarite naročnino na revijo Svet elektronike ali vrednostni BON. Oboje vam olajša odločitev kaj podariti.



Brezplačni PDF letnik za naročnika

- Svet elektronike nagradi vsakega naročnika z brezplačnim letnikom preteklih revij v PDF obliki od leta 2004 po svoji izbiri. Vsak naročnik se ob podaljšanju naročnine odloči, kateri letnik bi želel prejeti. Svojo odločitev nam lahko sporočite po elektronski pošti, telefonu ali preko virtualne trgovine.



Brezplačno vsi letniki do 2006

Vsi letniki do 2006 so sedaj brezplačno na naši spletni strani!

Download Now

Vsi naročniki

- 50% popusta pri internetni naročnini 1 leto. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino, vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si željeno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino.

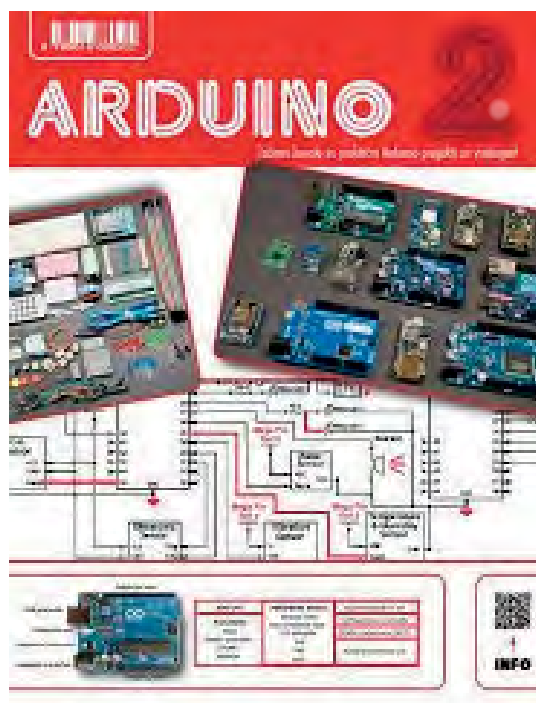


Brezplačni ogledni izvod

- Verjamemo, da se želite prepričati, zakaj je Svet elektronike najboljša revija za prave elektrone. Ker smo ponosni na to, kar delamo, vam bomo z veseljem poslali brezplačni ogledni izvod na vaš naslov - seveda brez zaračunanih stroškov poštnine!

ZIMSKA AKCIJA

Izkoristite **ZIMSKO AKCIJO** in nadebudnemu programerju priskrbite komplet Greekcreit in Arduino 2 knjigo po akcijski ceni!



62,98€

Dokler traja zaloga!

AX elektronika doo





programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3



70-0074



BeeProg2

BeeProg2C



BeeProg204P

70-0036



AX, d.o.o. • Depala vas 39 • 1230 Domžale • 01 528 56 88 • <https://trgovina.svet-el.si> • stik@svet-el.si